



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

DISEÑO GEOMETRICO DE LA VIA DE ACCESO AL PARQUE NACIONAL

COTOPAXI

DUQUE TORRES LUIS ESTEBAN

QUITO, 2012

DEDICATORIA

A mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado
por mi bienestar y educación siendo mi apoyo
en todo momento. Depositando su entera confianza
en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo
momento en mi inteligencia y capacidad.

INDICE:

INTRODUCCION	1
OBJETIVO GENERAL:	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	3
CAPITULO I.....	4
1. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO.....	4
1.1 Antecedentes investigativos.	4
1.2 Reconocimiento del sector en cartas topográficas.....	6
1.2.1 Relieve.....	7
1.2.2 Hidrografía	7
1.3 Análisis e interpretación de los resultados.	9
CAPITULO II	11
2. DEFINICION DE ALTERNATIVAS DE RUTAS.....	11
2.1 Metodología de la definición de alternativas de ruta.....	11
2.2 Estudio en cartas topográficas.....	12
2.3 Trazado de las alternativas de ruta.	14
2.3.1 RUTA No 1: San Francisco del Chasqui – Quebrada Agualongo - Estacionamiento en el Volcán Cotopaxi.	15

2.3.2	RUTA No 2: Entrada al “Boliche”- Estación del Tren – Enlace Ruta No 1.	17
2.4	Mapa en cartas topográficas del IGM (anteproyecto)	18
CAPITULO III		19
3.	SELECCIÓN DE RUTA	19
3.1	Metodología de selección de ruta.	19
3.2	Investigación de campo y exploración terrestre.	20
3.3	RUTA No 1: San Francisco del Chasqui – Quebrada Agualongo – Estacionamiento en el Volcán Cotopaxi.	22
3.3.1	TRAMO: Tramo entre abscisas 13+600 y 22+400 (Empate con la Ruta No2)	30
3.3.2	Tramo: Entre abscisas 22+820 y 30+000 (fin de la vía).	35
3.4	RUTA No 2: Entrada el Boliche – Estación del Tren – Cerramiento Acosa – Empate Ruta no 1.	38
3.5	Evaluación de alternativas	45
CAPITULO IV		45
4.	DISEÑO GEOMETRICO	45
4.1	Criterios de diseño geométrico.	45
4.1.1	Clase de carretera.	46

4.1.2	Velocidad de diseño.	50
4.1.3	Peralte.....	51
4.1.4	Proyecto Horizontal.	52
4.1.5	Radio Mínimo de Curvatura Horizontal.	53
4.1.6	Longitud de la espiral mínima.....	56
4.1.7	Distancias de visibilidad.	57
4.1.8	Distancia de Visibilidad de Parada.	57
4.1.9	Distancia de Visibilidad de Rebasamiento.....	59
4.2	Proyecto vertical.....	62
4.2.1	Pendientes máximas y mínimas.	62
4.2.2	Determinación de las curvas verticales.	64
4.2.3	Curvas verticales Convexas.	64
4.2.4	Curvas verticales cóncavas.	67
4.3	Sección transversal típica.	73
4.3.1	Secciones típicas adoptadas.	73
4.3.2	Elementos junto a los carriles.	76
4.3.3	Ciclo vía.	77
4.4	Estudios topográficos.	83
4.5	Estudio geológico general.	84

4.6	Evaluación de impacto ambiental.....	90
4.6.1	Impactos ambientales y medidas de prevención y/o mitigación.....	95
4.7	Alineamiento horizontal y vertical.	100
4.7.1	Curvas horizontales	101
4.7.2	Curvas verticales.....	107
4.8	Señalización.....	113
4.8.1	Dispositivos de control de tráfico.	113
4.9	Movimiento de tierras.	116
4.9.1	Metodología de cálculo del movimiento de tierras.	117
4.10	Costos del proyecto.	119
4.10.1	Costos de Construcción.....	119
4.10.2	Costos de Mantenimiento.....	120
4.10.3	Presupuesto estimado de construcción.....	122
4.10.4	Costos de Mantenimiento vial.....	126
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	128
5.1	Alineamiento horizontal.	129
5.2	Alineamiento vertical.	130
5.3	Comparación económica.	131
5.4	Conclusiones finales.....	142

ANEXOS	145
PLANOS VIALES	146
PLANOS DE SEÑALIZACIÓN	147
CURVA DE MASAS.....	148
eSTUDIO DE TRÁFICO	149

INTRODUCCION

El Cotopaxi es un volcán (5.897 metros) ubicado en la provincia del mismo nombre. Por su altura es el volcán activo más alto del mundo. El desvío hacia el Parque Nacional Cotopaxi se encuentra aproximadamente en la mitad de la vía que une Quito con Latacunga.

El Parque Nacional Cotopaxi es un área protegida de Ecuador situada en el límite de las provincias de Pichincha y de Cotopaxi. El Parque Nacional Cotopaxi es el lugar ideal para compartir con la familia o amigos una experiencia llena de aventura, destreza y habilidad de alta montaña. El área posee una diversidad de ecosistemas andinos y una fascinante historia volcánica, así como paisajes hermosos y especies únicas.

El acceso al parque es bastante difícil, la vía actual de ingreso son caminos de tierra dura improvisados que se vuelven lodazales con la presencia de lluvia, con curvas pronunciadas en cuestas y bajadas, sin un sistema de drenaje, no cuenta con señalización horizontal y vertical, en conclusión, esta vía utilizada actualmente no presenta buenas características de diseño geométrico, ni fue planificada como ingreso principal al parque nacional Cotopaxi.

Es por esto que es de suma importancia la ejecución de una vía de ingreso adecuada que cumpla con los estándares de diseño y seguridad apropiados.

La vía propuesta deberá cumplir con las políticas y metas de integración nacional, regional y local, contribuyendo a mejorar el nivel de vida de la población rural ubicada en el área de influencia y generar nuevas fuentes de empleo, tanto en la fase de construcción de la vía como en el desarrollo de la zona y de los servicios que esta demande e identificando y mitigando los impactos ambientales que se presenten.

El establecimiento de esta carretera con una sección transversal típica de una anchura suficiente, de acuerdo al tipo de terreno, con un ancho de carril único, con variables en los anchos de los espaldones, permitiría que los vehículos que adelanten a otros permanezcan centrados en sus vías y cuando los vehículos que vienen en direcciones contrarias y se encuentran, tengan la provisión para rebase adecuada. Esta reglamentación permitiría elevar el nivel de servicio vehicular, un aumento de seguridad de operación, incremento de visitantes al Parque Nacional Cotopaxi y una reducción de accidentes.

OBJETIVO GENERAL:

El objetivo general de esta disertación es realizar el diseño geométrico de aproximadamente 24 Km. de la mejor ruta obtenida de un proceso de selección de alternativas de la Vía de Acceso al Parque Nacional Cotopaxi, el mismo que busca tener un mínimo impacto ambiental.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Reconocer el terreno estudiando las cartas topográficas del sector ubicando los puntos de inicio y final del proyecto para tener la mejor alternativa para el diseño.
- Definir la mejor alternativa de rutas tomando en cuenta puntos de control como pueblos, haciendas, ríos, montañas, caminos, etc. Y analizando las longitudes, factibilidad, geología general, con el objetivo de determinar la ruta más adecuada
- Realizar el diseño geométrico de la ruta elegida para presentarlos como mejor alternativa basada en nuestros estudios.

CAPITULO I

1. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO.

1.1 Antecedentes investigativos.

El Parque Nacional Cotopaxi abarca las provincias de Cotopaxi, Napo y Pichincha, con una superficie de 33.393 hectáreas, se encuentra a 60 km de distancia de la ciudad de Quito y 30 km de distancia de la ciudad de Latacunga, siendo estas dos ciudades las principales fuentes de partida del turismo que visita el Parque diariamente.

Presenta un clima frío de alto andino, temperaturas que varían entre los 0 y 15 grados centígrados y precipitaciones lluviosas anuales de 500 a 1.500 milímetros. Fue creado oficialmente por el Gobierno Nacional, el 11 de agosto de 1975 mediante Acuerdo Ministerial y ratificado en el Acuerdo Interministerial del 26 de julio de 1979.

El área del Parque está localizada en el vértice de la cordillera de los Andes e incluye elevaciones que varían entre los 3.350 y los 5.800 metros sobre el nivel del mar, y algunos valles situados entre las altas montañas. En el centro está ubicado el Cotopaxi y al noreste el Rumiñahui y entre los dos está el valle de Limpiopungo.



Grafico 1

En el Parque Nacional Cotopaxi se reconoce la importancia del turismo, gracias al potencial de sus recursos naturales, escénicos, culturales y el beneficio que representa para el desarrollo del país y la provincia de Cotopaxi.

Actualmente el Parque es un sitio de paso, una especie de enclave, que genera pocos recursos a la región y muchos a los centros poblados cercanos, fundamentalmente a Quito, que es el punto de partida y de retorno de un buen porcentaje de turistas nacionales y extranjeros, que visitan el parque.

Los visitantes llegan en su mayoría en los meses de Diciembre, Enero, Julio, Agosto y Septiembre y en menor número en los meses de Febrero, Marzo, Abril y Mayo.

Los turistas se enteran del país y sus atractivos mediante la comunicación de amigos y familiares básicamente. Los visitantes que llegan al Parque Nacional Cotopaxi en su mayoría ingresan por Quito.

De acuerdo a información recabada en el Ministerio del Ambiente, el Parque nacional Cotopaxi, en el 2007 tuvo 97.110 turistas que significa el 18.5% del total del movimiento de los turistas en el país, solo superado por el parque Nacional Galápagos.

1.2 Reconocimiento del sector en cartas topográficas.

El proyecto se encuentra ubicado en la provincia de Cotopaxi por lo que toda el área de exploración está cubierta por las cartas topográficas a escala 1:50.000 elaboradas por el IGM (Instituto Geográfico Militar).

El estudio se inició con la compilación de la información cartográfica existente de la zona, como son las cartas topográficas adquiridas en el IGM (Instituto Geográfico Militar) denominadas: MACHACHI, SINCHOLAGUA, MULALÓ Y COTOPAXI.

Se procedió en esta etapa a determinar y ubicar en estas cartas, los posibles corredores por donde se diseñarán las diferentes alternativas, observando las características topográficas, hidrológicas y geológicas de las zonas atravesadas, para posteriormente realizar los respectivos reconocimientos terrestres.

1.2.1 Relieve.

Como se puede observar en las cartas topográficas del Parque Nacional Cotopaxi, la carretera motivo del presente proyecto, es la principal arteria vial de acceso al Parque; en los 29,5 km de longitud total de esta vía, los últimos 13,3 km se hallan dentro del área protegida.

Los volcanes Cotopaxi y Rumiñahui son parte del llamado Nudo de Tiopullo, que es el límite que divide a las Hoyas de Guayllabamba y la Hoya Central del Patate.

Se puede apreciar claramente las diferencias en el relieve dentro del Parque, se puede ver zonas y espacios planos en las áreas de Limpios (laguna de Limpiopungo) y cerca del río Pita, además, se encuentran zonas de fuertes pendientes y cañones con paredes escarpadas producto de la erosión glaciaria y de los deshielos, especialmente en los flancos orientales del Parque.

1.2.2 Hidrografía

De los volcanes Cotopaxi y Rumiñahui, nacen ríos que alimentan a otras cuencas importantes que dotan de recursos hídricos para la producción como son, centrales hidroeléctricas y proyectos de riego, además de generar recursos de agua potable para la población.

El sistema hídrico del Parque Nacional Cotopaxi, está compuesto por 3 cuencas hidrográficas correspondientes a los ríos: Esmeraldas, Napo y Pastaza.

Los principales ríos que nacen en las cumbres nevadas del Cotopaxi son: Río Pita, Pedregal, Río Salto, San Agustín y otras quebradas menores.

Del volcán Cotopaxi y de las montañas Sincholagua y Rumiñahui nacen los ríos Pedregal y Pita. Hacia la parte oriental del Parque Nacional Cotopaxi, drenan los ríos denominados como Valle Vicioso, el Tambo, el Ami, hacia la zona conocida como del Chalupas y de El Secas.

Por el occidente del Parque, se genera el Río Cutuchi, el cual drena hacia el sur del Parque pasando por Latacunga y luego se dirige hacia el oriente para conformar la cuenca del Río Pastaza.

Dentro del Parque existen sistemas lacustres propios de las zonas, no existe un gran número y éstas son pequeñas, entre las lagunas más importantes están: Limpiopungo y Santo Domingo, que más que ser un recurso hídrico para la producción, tienen potencialidades para las actividades turísticas y de estudio científico.

1.3 Análisis e interpretación de los resultados.

Para delimitar al Parque Nacional Cotopaxi, se tienen como referencias a los volcanes Cotopaxi y Rumiñahui al Occidente; al Norte desde el Volcán Rumiñahui hasta las riberas del río Pita, constituyendo este río como el único límite natural del Parque en sus estribaciones Nororientales.

La topografía está representada por un relieve irregular. El accidente orográfico más significativo es el Volcán Cotopaxi.

La carretera panamericana bordea el límite Oeste del Parque Nacional, sin penetrar en ella, constituye la principal vía de comunicación que existe, esta vía une a Quito con Latacunga, es asfaltada y se dirige hacia el sur del país, y actualmente está concesionada a Panavial. En esta vía se “originan” caminos que ingresan al Parque y a las comunidades del sector. La vía que comunica al refugio, es objeto de mantenimiento constante debido a los permanentes deslizamientos.

Dadas las características geomorfológicas del corredor, se han considerado dos tipos de terreno descritos a continuación de acuerdo con las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras - 2003 MOP.

- Ondulado: Son de topografía ondulada cuando la pendiente del terreno se identifica, sin excederse, con las pendientes longitudinales que se pueden dar al trazado.
- Carreteras en terreno Montañoso: Un terreno es de topografía montañosa cuando las pendientes del proyecto gobiernan el trazado, siendo de carácter suave cuando la pendiente transversal del terreno es menor o igual al 50% y de carácter escarpada cuando dicha pendiente es mayor al referido valor.

CAPITULO II

2. DEFINICION DE ALTERNATIVAS DE RUTAS

2.1 Metodología de la definición de alternativas de ruta.

”Se entiende por ruta aquella franja de terreno, de ancho variable comprendida entre dos puntos obligados extremos y que pasa a lo largo de puntos intermedios, dentro de la cual es factible realizar la localización del trazado de una vía”¹.

Los puntos de paso obligados son aquellos sitios extremos y también intermedios por donde obligatoriamente debe pasar la vía, por razones técnicas, económicas, sociales o de medio ambiente, como por ejemplo: poblaciones, áreas productivas, puertos, puntos geográficos como son valles o llanuras, parques nacionales, etc.

La definición de una ruta a través de estos puntos obligados y su paso por otros puntos intermedios que pueden ser de menor importancia, hacen factible la posibilidad de obtener varias alternativas para la ruta que se analiza en el presente caso.

Para las alternativas de rutas, es necesario realizar algunas investigaciones y trabajos preliminares que tienen que ver con la recolección de datos, estudio de planos, reconocimientos terrestres, etc.

¹ DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS – JAMES CARDENAS GRISALES, PAG 15

La recolección de datos se refiere a la obtención de la información básica de la zona que va ser estudiada, relacionada con la topografía, la geología, la hidrológica, el drenaje y los usos de la tierra. Esta información constituye el mayor control en el diseño, localización y construcción de la futura vía.

De manera general, la metodología a seguir se inicia con el estudio global de la ruta en cartas planialtimétricas, localizando los puntos extremos del proyecto, es decir el inicial y el final, y comprenderá básicamente la recopilación de datos topográficos, necesarios para identificar plenamente al proyecto. Para el efecto, se utilizaron las cartas topográficas disponibles en el Instituto Geográfico Militar (IGM).

2.2 Estudio en cartas topográficas.

Este estudio consiste en realizar el dibujo o croquis de las alternativas de rutas sobre planos, cartas topográficas o fotografías aéreas, a escalas muy comunes como 1:100.000, 1:50.000, 1:25.000, identificando sobre estas cartas toda la información obtenida en el reconocimiento de las cartas topográficas del capítulo anterior, especialmente los puntos obligados de principio y final, éstos permiten determinar la dirección a seguir de una ruta específica. De esta manera y con la identificación también de los puntos intermedios, ya se puede marcar sobre los planos varias rutas alternativas.

Es importante señalar que posteriormente, en la inspección se leerán los datos de las coordenadas en el campo mediante un navegador GPS, lo que permitirá ubicar el proyecto en forma más precisa en las cartas topográficas correspondientes.

En el presente caso, los corredores de las posibles rutas fueron trazados inicialmente sobre las cartas topográficas a escala 1:50.000 publicadas por el IGM denominadas: MACHACHI, SINCHOLAGUA, MULALÓ Y COTOPAXI; en ellas se localizan los diferentes centros poblados, ríos, montañas, caminos, etc., y han sido preparadas por el IGM con el fin de elaborar la Cartografía Nacional, por lo cual son utilizadas normalmente en esta etapa del Estudio.

2.3 Trazado de las alternativas de ruta.

En las cartas topográficas se ubicaron los siguientes puntos principales:

- Tomando en cuenta el nuevo abscisado de la ampliación de la Carretera Panamericana Sur E-35, se marcaron dos puntos principales ya que el proyecto tiene dos alternativas de origen:
 - En la abscisa 44+000 en el sector denominado San Francisco del Chasqui.
 - Y en la abscisa 35+000, en la entrada a la estación de tren del Boliche, es decir 9 kilómetros hacia el Norte del punto inicial de la alternativa N° 1.
- En el sector de la quebrada Chanchunga, se ubicó un punto intermedio en el cual se intersectan las dos alternativas de rutas.
- El destino está marcado en el estacionamiento del Parque Nacional Cotopaxi.

Con esta información identificada en las cartas topográficas, se determinaron los principales puntos de control que servirán de apoyo para el trazado horizontal de las diferentes rutas, las mismas que serán abscisadas y separadas en tramos mediante la utilización de nodos, estas actividades fueron comprobadas mediante exploraciones terrestres realizando un reporte fotográfico.

2.3.1 RUTA No 1: San Francisco del Chasqui – Quebrada Agualongo - Estacionamiento en el Volcán Cotopaxi.

Tomando en cuenta el nuevo abscisado de la ampliación de la Carretera Panamericana Sur E-35, el proyecto se inicia en la abscisa 44+000 en el sector denominado San Francisco del Chasqui, se desarrolla en sentido Noreste predominantemente, cruzando la línea férrea y varias quebradas existentes en la zona, finalizando en la zona de Parqueo del Volcán Cotopaxi.

La ubicación geográfica de la vía de acceso al Parque Nacional Cotopaxi en esta alternativa es la siguiente:

	Latitud N	Longitud E
Origen del Proyecto (Abscisa 0+000) (Abscisa 44+000 Panamericana Sur E-35)	9°923.000	768.500
Río Cutuchi	9°924.000	771.000
Quebrada Agualongo	9°928.500	777.000
Enlace con la Alternativa 2 (Abscisa 13+600)	9°929.000	778.000
Quebrada La Rinconada	9°930.000	780.000
Entrada a la Laguna Limpiopungo	9°931.000	781.000
Acceso al Parqueadero	9°929.500	785.000
Zona de Parqueo (Volcán Cotopaxi)	9°928.000	785.000

2.3.2 RUTA No 2: Entrada al “Boliche”- Estación del Tren – Enlace Ruta No 1.

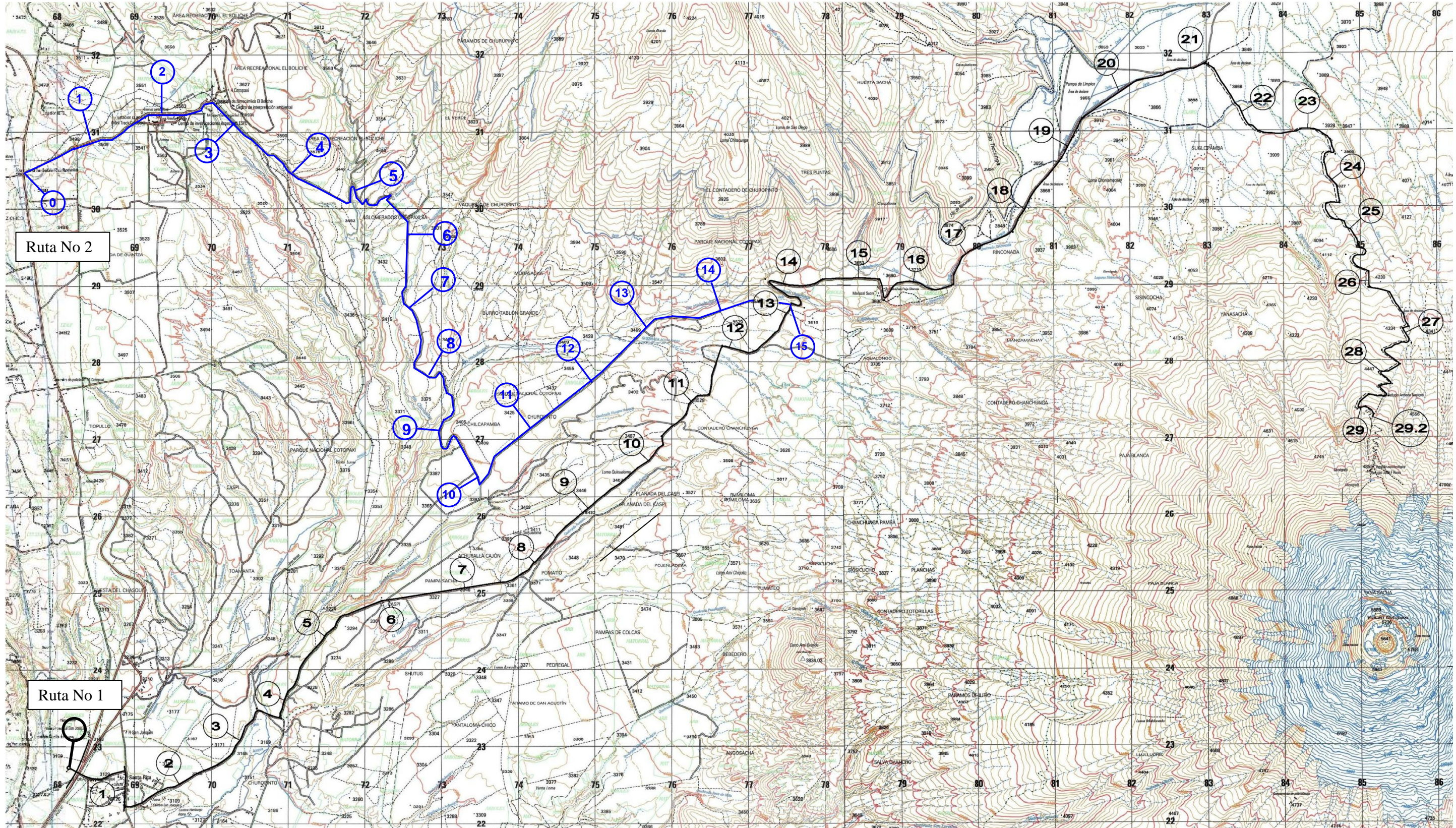
Considerando el nuevo abscisado de la ampliación de la Panamericana Sur E-35, esta alternativa se inicia en la abscisa 35+000, es decir 9 Km hacia el Norte del punto inicial de la alternativa N° 1, en la zona de entrada al Centro de Levantamiento Integrados por Censores Remotos (CLIRSEN).

Se desarrolla en sentido Sur - Este predominantemente, cruzando la línea férrea y los terrenos de propiedad de la Compañía ACOSA, y empata con la alternativa N° 1 en la abscisa 13+600.

La ubicación geográfica de la alternativa N° 2 es la siguiente:

	Latitud N	Longitud E
Inicio Alternativa N° 2 (Abscisa 0+000)		
(Abscisa 35+000 Panamericana Sur E-35)	9°31.000	768.000
Estación del Tren El Boliche	9°32.000	770.000
Límite del Parque Nacional Cotopaxi (Propiedad de ACOSA)	9°31.000	771.000
Enlace con la alternativa N° 1	9°29.000	778.000

2.4 Mapa en cartas topográficas del IGM (anteproyecto)



CAPITULO III

3. SELECCIÓN DE RUTA

3.1 Metodología de selección de ruta.

Ya con los resultados del estudio en cartas topográficas se realizó un reconocimiento terrestre tomando fotografías del sector en donde se encuentran las alternativas de la ruta. Con esta información hizo un examen general de las rutas o franjas de terreno que han quedado previamente determinadas y marcadas en los croquis. El objetivo es identificar aquellas características que hacen una ruta mejor a las otras, cuantificar los costos posibles de construcción de la futura vía por cada una de las rutas, además de determinar los efectos que tendrá la vía en el desarrollo económico de la región y estimar los efectos destructivos que puedan producirse en el paisaje natural.

La mejor ruta entre las dos alternativas que se analizan, será aquella que de acuerdo con las condiciones topográficas, geológicas, hidrológicas y de drenaje, ofrezca el menor costo con el mayor índice de utilidad económica, social, estética y turística. Por lo tanto, será necesario determinar, en forma aproximada, los costos de construcción, operación y conservación de la futura vía a proyectar, para así comparar los beneficios probables esperados.

Para el proyecto considerado se utilizara el método del Ing. Juan Corvalán² el cual realiza una evaluación preliminar de las dos alternativas en base a la comparación de las longitudes virtuales, longitudes reales, pendientes y desniveles.

Cabe recalcar que el objetivo del presente estudio es actualizar el estudio de las dos alternativas, tomando en consideración el análisis y evaluación tanto de la ubicación del inicio del proyecto como de los puntos obligatorios de paso, además de la longitud de la vía, el desarrollo económico de los sectores involucrados, la generación de turismo que acude a las zonas de interés y al mismo tiempo mitigando los efectos nocivos que pueden producirse en el paisaje natural. En base a los aspectos mencionados, se definirá la ruta más conveniente y la que mejor llene las características buscadas.

3.2 Investigación de campo y exploración terrestre.

La investigación de campo consiste en realizar un recorrido por el sector en donde se va a realizar el proyecto, es muy importante haber realizado un estudio del sector en cartas topográficas marcando la ruta que se va recorrer. Además de marcar puntos de origen y destino, se debe tomar en cuenta puntos de importancia como son: ríos, poblados, quebradas, etc. En este caso los puntos a tomar en cuenta son la entrada al Parque Nacional Cotopaxi y el parqueadero en el Volcán Cotopaxi.

²CAMINOS TOMO I- Ing. Juan Corvalan, Universidad de la Plata – Argentina

Durante el recorrido se anotaron datos de las coordenadas UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR (UTM) y las alturas en metros sobre el nivel del mar (msnm), utilizando un GPS, el mismo que tiene una aproximación de 8 metros tanto en horizontal como en vertical; las coordenadas pertenecen al sistema “SAM 56”, las mismas que al ser localizadas en las cartas del IGM mencionadas anteriormente, permiten ubicarnos en la zona donde se ubica el proyecto.

Se tomaron fotos durante el recorrido para documentar el informe, en el cual se describe las características topográficas, hidrológicas y geológicas de las zonas atravesadas.

3.3 RUTA NO 1: SAN Francisco del Chasqui – Quebrada Agualongo – Estacionamiento en el Volcán Cotopaxi.

El origen de esta primera tiene como abscisa 0+000 y está localizado en el kilómetro 44 de la Panamericana Sur E-35 en el sector denominado San Francisco del Chasqui; este tramo se desarrolla por una zona cuya topografía puede clasificarse como ondulada en su primer tramo y montañosa en el tramo final. La zona en mención, corre en dirección Noreste en su mayoría, a 7 m del borde de la Panamericana cruza la línea Férrea existente que va de Quito a Latacunga.



Foto No 1 – Abscisa 0+000 - Inicio del proyecto, abscisa 44+000 desde la ciudad de Quito.



Foto No 2- Abscisa 0+000 – Ingreso al Parque Nacional Cotopaxi, cruce de la línea férrea.



Foto No 3 – Abscisa 0+000 - Línea férrea en dirección a Latacunga.

En la abscisa 0+680 cruza la vía con el poblado de Santa Rita, la calzada tiene 7 m de ancho y está conformada con material granular, se observa la ausencia de cunetas y sistema de drenaje en general, más adelante en la abscisa 1+220 se encuentra la “Y” que conduce a la concesión minera “San Joaquín”.



Foto No 4 – Abscisa 0+680 – Poblado de Santa Rita.



Foto No 5 – Abscisa 1+220 - A la derecha ingreso a la Mina San Joaquín, a la izquierda al refugio Parque Nacional Cotopaxi, La calzada tiene 7m de ancho y está conformada con material granular.

Abscisa 3+240 cruce de la vía con el Río Cutuchi; el puente existente ha colapsado, razón por la cual los vehículos circulan atravesando el cauce del río, es necesario el diseño de un puente nuevo que se ajuste a las características geométricas del nuevo proyecto; en la abscisa 5+300 existe un corte cerrado de 3m a 4 m de altura, la vía no tiene pavimento de ninguna clase, tiene un ancho de 7m y hay ausencia de cunetas.



Foto No 6 – Abscisa 3+240 – Cruce actual de la vía por el Río Cutuchi.



Foto No 7 – Abscisa 3+240 – Puente destruido sobre el Río Cutuchi.



Foto No 8 – Abscisa 6+930 - Garita de control ingreso al Parque Nacional Cotopaxi.



Foto No 9 y 10 – Abscisa 5+930 – Entrada al Parque Nacional Cotopaxi.

Abscisa 11+680 cruce de la vía con la Quebrada Agualongo, por la época actual de verano, el lecho se encuentra seco, y los vehículos circulan sin dificultad; es necesaria la construcción de una obra de drenaje; la vía continúa con material granular de 7m de ancho y ausencia de cunetas.



Foto No 11 – Abscisa 11+770 – Quebrada Agualongo aguas arriba.



Foto No 12 – Abscisa 11+680 – Cruce de la vía con la Quebrada Agualongo.



Foto No 13 – Abscisa 13+000 – Estado de la vía sin cunetas, con material granular y tierra, se observa el desborde de agua dentro del camino.

En la abscisa 13+140 está localizado el empate de esta ruta con la N° 2; desde esta abscisa el proyecto se desarrolla por una sola alternativa.



Foto No 14 – Abscisa 13+140 - Empate de la Ruta 2; terrenos privados propiedad de ACOSA, nótese la cerca que impide el paso.

3.3.1 TRAMO: Tramo entre abscisas 13+600 y 22+400 (Empate con la Ruta No 2)

Este tramo se desarrolla en sentido Noreste predominantemente por una zona de topografía ondulada-montañosa hasta la abscisa 18+820; desde este punto hasta la abscisa 22+820 por una zona de topografía plana, correspondiente a la Pamba de la laguna de Limpiopungo, la calzada está conformada por material granular, de 7 m de ancho y ausencia de cunetas y obras de drenaje.

Abscisa 15+200 se encuentra una garita existente destruida y en la abscisa 17+000 cruce de la vía con la Quebrada La Rinconada, es necesario el diseño de una obra de drenaje; en la abscisa 18+820 se encuentra la “Y” que conduce a la Laguna de Limpiopungo; y el cruce de un canal de riego mediante un puente losa.



Foto No 15 – Abscisa 15+200 – Garita existente destruida



Foto No 16 – Abscisa 17+000 – Cruce de la vía con la Quebrada la Rinconada.



Foto No 17 – Abcisa 18+820 - Sector Planada de Limpiopungo, a la izquierda ingreso a la laguna, a la derecha al refugio Parque Nacional Cotopaxi.



Foto No. 18 – Abcisa 21+250 – planada de Limpiopungo.



Foto No. 19 – Abscisa 21+870 – Cruce del canal existente.

Abscisa 21+250 se localiza la planada de Limpiopungo y la “Y” que conduce al “Control Norte, Sitio Arqueológico” de finalización de este tramo.



Foto No 20 – Abscisa 21+250 - Planada de Limpiopungo, a la izquierda hacia el Control Norte, sitio arqueológico, y a la derecha al refugio del Parque Nacional Cotopaxi.

3.3.2 Tramo: Entre abscisas 22+820 y 30+000 (fin de la vía).

Este tramo se desarrolla en sentido Sur-Este predominantemente, por una zona de topografía montañosa, el trazado horizontal presenta curvas de retorno y las gradientes longitudinales son mayores al 18%, la vía carece de pavimento, tiene 6m de ancho, ausencia de cunetas y obras de drenaje.

Abscisa 22+820 se inicia el ascenso a la zona de parqueo del Volcán Cotopaxi, el trazado horizontal presenta varias curvas de retorno; abscisa 30+000 fin del proyecto, en la zona de Parqueo del Volcán Cotopaxi.



Foto No 21 – Abscisa 22+820 - Estado de la vía, ancho 6 m inicio del ascenso al refugio del Parque Nacional Cotopaxi.



Foto No 22 – Abscisa 29+000 – Nieve al costado de la vía.



Foto No 23 – Abscisa 30+000 – Entrada al parqueadero del Parque Nacional

Cotopaxi (fin del proyecto); en el fondo se observa el refugio.



Foto No 24 – Abscisa 30+000 – Parqueadero del parque Nacional Cotopaxi.



Foto No 25 – Abscisa 30+000 - Vista panorámica de la vía de ascenso desde el parqueadero del Volcán Cotopaxi.

3.4 RUTA NO 2: Entrada el Boliche – Estación del Tren – Cerramiento Acosa – Empate Ruta no 1.

El punto inicial abscisa 0+000 está localizado en el kilómetro 35 de la Panamericana Sur E-35, en la entrada al CLIRSEN y a la estación del Tren “EL BOLICHE”.



Foto No 26 – Abscisa 0+000 – Origen de la Ruta 2, Km 35, entrada a la Estación del tren El Boliche y al CLIRSEN.



Foto No 27 – Abscisa 0+000 - Entrada a la Estación del tren El Boliche y al CLIRSEN, Estado de la vía DTSB (Doble Tratamiento Superficial Bituminoso), 5 m de ancho, sin cunetas.

Esta alternativa se recorrió únicamente hasta la abscisa 3+500 sitio en el cual existe un cerramiento de madera impidiendo el paso por esta vía; en este tramo se encontraron las siguientes características:

La vía se desarrolla en sentido Sureste, la calzada está a nivel de DTSB (Doble Tratamiento Superficial Bituminoso) de 5 m. de ancho y ausencia de cunetas.

Abscisa 1+600 se encuentra la “Y” que conduce a la estación del Tren El Boliche y a la Estación Terrena Cotopaxi, desde este sitio la vía continúa con material granular.



Foto No 28 – Abscisa 1+600 - A la derecha entrada Estación CLIRSEN, y a la izquierda la Estación del tren El Boliche.

Abscisa 2+700 se encuentra la estación del Tren El Boliche; Abscisa 3+400 cruce de la vía con la línea férrea.



Foto No 29 – Abscisa 2+700 – Línea Férrea hacia Quito.



Foto No 30 – Abscisa 2+700 – Estación del tren El Boliche.



Foto No 31 – Abscisa 2+700 – Ingreso al área de recreación El Boliche.



Foto No 32 – Abscisa 3+000 - Camino actual abandonado hacia el refugio del Parque Nacional Cotopaxi.



Foto No 33 – Abscisa 3+500 – Cruce de la línea férrea.

En la abscisa 3+500 se encuentra una puerta metálica que impide el paso por la propiedad de la Compañía ACOSA.



Foto No 34 – Abscisa 3+600 - Cerramiento colocado en el camino, propiedad privada de ACOSA.



Foto No 35 – Abscisa 3+600 – Puerta que impide el acceso a la vía, propiedad de ACOSA.

Esta alternativa se ha ubicado en la carta topográfica, la misma se desarrolla por una zona de topografía ondulada en dirección Sureste hasta la abscisa 11+200, sitio en el cual cambia de dirección a Noreste hasta llegar a la abscisa 15+000 zona de empate con la alternativa N° 1.

3.5 Evaluación de alternativas

Luego de haber analizado en las alternativas, las longitudes y tipo de terreno por el que atraviesan, a continuación se realiza la evaluación preliminar de las dos rutas estudiadas, en base a las cartas de topografía se realizó el diseño geométrico y, como resultado del mismo, se obtuvieron longitudes reales, longitudes virtuales, desniveles y pendientes.

Para ejecutar esta evaluación se aplicará el método del Ing. Juan Corvalán que utiliza las siguientes fórmulas:

$$L_v = \sum (L_r * C) + \sum A$$

$$C = 1 + (G - 4) / 4 \longrightarrow \text{Si } G \leq 4 \longrightarrow C = 1$$

En donde:

L_v = Longitud virtual

L_r = Longitud real del tramo

C = Coeficiente en función de la gradiente G

G = Gradiente longitudinal (absoluta) %

A = Valor del ángulo de deflexión (Alfa)

El valor de A se aprecia en las cartas topográficas y se asume que 1 grado = 1m.

Si $\text{Alfa} < 90^\circ \longrightarrow A = 60 \text{ m.}$

Si $\text{Alfa} > 90^\circ \longrightarrow A = 160 \text{ m.}$

A continuación se presentan los cuadros que contienen el cálculo de cada uno de estos parámetros.

CUADRO 3.1
CALCULO DE LONGITUD VIRTUAL

Alternativa
1

Punto	Abcisas	Cota	Long. Real	Desnivel (m)	Gradiente	C	C*Lr	A		
A	0	3140						<90	>90	Σ
b	760	3135	760	-5	-0,65790423	1	760	1*60	1*160	220
c	1220	3125	460	-10	-2,17425556	1	460	—		0
e	3480	3175	2260	50	2,212750415	1	2260	1*160		160
f	3760	3185	280	10	3,572947811	1	280	—		0
i	5400	3285	1640	100	6,105129193	1,5262823	2503,10297	—	—	0
k	7580	3365	2180	80	3,671372983	1	2180	—	1*160	160
l	10200	3477	2620	112	4,277414993	1,06935375	2801,70682	—	—	0
m	11120	3529	920	52	5,658200628	1,41455016	1301,38614	—	2*160	320
n	11980	3510	860	-19	-2,20966185	1	860	—	—	0
o	12400	3548	420	38	9,072387912	2,26809698	952,600731	—	—	0
p	13500	3580	1100	32	2,909911823	1	1100	1*60	—	60
							15458,7967			920

$\Sigma(C*Lr)$ 15458,7967 $\Sigma(A)$ 920

$L_v = \Sigma(C*Lr + A) =$ 16378,7967

CUADRO 3.2

CALCULO LONGITUD VIRTUAL

**Alternativa
2**

Punto	Abscisas	Cota	Long. Real	Desnivel (m)	Gradiente	C	C*Lr	A		
A	0	3490						<90	>90	Σ
			2600	74	2,846922613	1	2600	—	3*160	480
b	2600	3564								
			2200	16	0,72728555	1	2200	—	1*160	160
c	4800	3580								
			90	-20	-22,5953931	5,64884828	508,396346	—	—	0
d	4890	3560								
			940	20	2,127980692	1	940	1*60	1*160	220
e	5830	3580								
			6520	-160	-2,45448045	1	6520	6*60	2*160	520
f	10100	3420								
			3010	70	2,326000736	1	3010	—	1*160	160
g	13110	3490								
			1890	90	4,765507353	1,19137684	2251,70222	—	2*160	320
h	15000	3580								

Σ(C*Lr) 18030,0986 Σ(A) 1860

$L_v = \Sigma(C * L_r + A) =$ 19890,0986

CUADRO 3.3
CALCULOS DE LONGITUD VIRTUAL

Empate de
Alternativas

Punto	Abscisas desde alternativa 1	Abscisas	Cota	Long. Real	Desnivel (m)	Gradiente	C	C*Lr	A		
									<90	>90	Σ
a	13500	0	3570								
				620	-10	-1,6130431	1	620	1*60	—	60
b	14120	620	3560								
				2730	215	7,89178031	1,97294508	5386,14006	1*60	2*160	380
c	16850	3350	3775								
				4700	80	1,70229206	1	4700	—	3*160	480
d	21550	8050	3855								
				3850	280	7,2855769	1,82139422	7012,36776	6*60	2*160	680
e	25400	11900	4135								
				1490	115	7,73348287	1,93337072	2880,72237	3*60	1*160	340
f	26890	13390	4250								
				2610	375	14,4675063	3,61687657	9440,04785	10*60	—	600
g	29500	16000	4625								

Σ(C*Lr) 30039,278 Σ(A) 2540

Lv=Σ(C*Lr+A)= 32579,278

Resumen

Ruta	Long. Real	Long. Virtual	Incremento	%
Alternativa 1	29500	48958,07471	19458,07471	65,9595753
Alternativa 2	31000	52469,37661	21469,37661	69,2560536

Adicionalmente, se ha estimado conveniente realizar una evaluación económica de las alternativas, asignando variables al costo de cada uno de los elementos importantes de la vía de acuerdo al siguiente detalle:

“X” —————> Costo de construcción de la vía

“Y” —————> Costo de los puentes

“Z” —————> Costo de los túneles

En el cuadro 3.4 se presenta un resumen de los costos relativos aplicando las variables mencionadas:

COSTO X-Y-Z DE CONSTRUCCIÓN							
RUTA	LONGITUD (m)	COSTO (X)	PUENTES (m)	COSTO (Y)	TUNELES (m)	COSTO (Z)	$\Sigma (X+Y+Z)$
ALTERNATIVA Nº 1	29500	X	21,5	Y	_____	_____	X + Y
ALTERNATIVA Nº 2	31000	X – 150	30	(Y+10)	_____	_____	(X – 150) + (Y + 8,5)

CUADRO 3.4

Presupuesto referencial Alternativa 1 – Cuadro 3.5

41

Presupuesto referencial Alternativa 2 – Cuadro 3.6

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario US \$	PRECIO TOTAL US \$
MOVIMIENTO DE TIERRAS				
Excavación	M3	130,000.00	2.69	349,700.00
Limpieza de derrumbes	M3	10,000.00	1.61	16,100.00
Transporte de material de excavación (transporte libre 500 m)	M3-KM	75,000.00	0.27	20,250.00
				386,050.00
CALZADA				
Base, Clase 2	M3	50,000.00	17.82	891,000.00
Asfalto emulsificado SS-1, SS-1h, CSS-1 o CSS-1h	Lt	300,000.00	0.67	201,000.00
Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta y en frío de 7.50 cm de espesor	M2	20,000.00	12.70	254,000.00
				1,346,000.00
DRENAJE				
Remoción de estructuras de hormigón - cajones existentes de agua potable	M3	5.00	6.64	33.20
Excavación y relleno para estructuras - alcantarillas	M3	10,000.00	4.52	45,200.00
Excavación y relleno para estructuras - cajones de agua potable	M3	25.00	4.52	113.00
Excavación para cunetas y encauzamientos - encauzamientos hacia alcantarillas	M3	300.00	1.65	495.00
Excavación para cunetas y encauzamientos - cunetas laterales y zanjas	M3	15,000.00	1.75	26,250.00
Excavación para cunetas y encauzamientos - subdrenes o zanjas drenantes	M3	15,800.00	1.65	26,070.00
Hormigón estructural de cemento Portland, Clase B, f'c = 240 Kg/cm² - cabezales, muros de ala y cajones alcantarillas	M3	700.00	162.27	113,589.00
Hormigón no estructural de cemento Portland, Clase E, f'c = 180 Kg/cm² - replantillos	M3	80.00	129.46	10,356.80
Hormigón Ciclópeo (60% hormigón + 40% piedra) - salidas alcantarillas	M3	25.00	105.35	2,633.75
Acero de refuerzo en barras, fy = 4 200 Kg/cm²	KG	45,000.00	2.01	90,450.00
Gaviones	M3	50.00	56.09	2,804.50
Escollera de piedra suelta - pedraplén	M3	150.00	14.73	2,209.50
Hormigón no estructural de cemento Portland, Clase E, f'c = 180 Kg/cm² - revestimiento para cunetas laterales	M3	8,000.00	129.46	1,035,680.00
Tubería de acero corrugado, Ø = 1 200 mm, e = 2.0 mm, CAL 14	M	1,500.00	228.30	342,450.00
Tubería de acero corrugado, Ø = 1 500 mm, e = 2.5 mm, CAL 12	M	40.00	330.80	13,232.00
Tubería de acero corrugado, Ø = 2 000 mm, e = 2.5 mm, CAL 12	M	50.00	577.16	28,858.00
Material filtrante - Clase2 para subdrenes o zanjas drenantes	M3	12,000.00	18.57	222,840.00
Geotextil para subdrén o zanja drenante - NT, 3.50 m²/m	M2	50,000.00	2.38	119,000.00
Tubería para subdrenes - PVC Ø = 200 mm descarga de subdrenes	M	1,800.00	22.22	39,996.00
				2,122,260.75
Puente 30m				
Excavación y relleno para estructuras (Estribos)	M3	600.00	4.52	2,712.00
Hormigón estructural de cemento Portland, Clase B, f'c = 280 Kg/cm²	M3	700.00	185.46	129,822.00
Hormigón no estructural de cemento Portland, Clase E, f'c = 180 Kg/cm² - replantillos	M3	25.00	129.46	3,236.50
Acero de refuerzo en barras, fy = 4200 kg/cm²	KG	35,000.00	2.01	70,350.00
Tubo de PVC, Ø = 110 mm para drenaje	M	40.00	11.30	452.00
Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en sitio de 5.00 cm de espesor	M2	650.00	9.62	6,253.00
Hormigón de cemento portland, clase B, f'c=280Kg/cm² (Losa)	M3	250.00	185.46	46,365.00
Hormigón de cemento portland, clase B, f'c=280Kg/cm² (Vigas)	M3	150.00	185.46	27,819.00
Hormigón de cemento portland, clase B, f'c=280Kg/cm² (Diafragmas)	M3	45.00	185.46	8,345.70
Hormigón de cemento portland, clase B, f'c=280Kg/cm² (Protecciones)	M3	25.00	185.46	4,636.50
Acero de refuerzo en barras, fy = 4200 kg/cm²	KG	50,000.00	2.01	100,500.00
				400,491.70
SEÑALIZACIÓN - Varios				
Señalización Vertical	U	110.00	110.00	12,100.00
Marcas de pavimento (pintura): Línea de división de carril de circulación (variable x 0.15m) blanca o amarilla	M	6,000.00	0.63	3,780.00
Marcas de pavimento (pintura): Línea de barrera doble amarilla	M	3,000.00	1.14	3,420.00
Marcas de pavimento (pintura): Línea de borde de carril (variable x 0.15m) blanca	M	15,000.00	0.63	9,450.00
Marcas de pavimento (pintura): Línea de borde de carril (variable x 0.15m) amarillo	M	15,000.00	0.63	9,450.00
Marcas de pavimento (pintura): Paso cebra (variable x 0.40 x 3.0m) blanca	M	75.00	1.79	134.25
Marcas de pavimento (flechas): Flecha unidireccional	U	20.00	6.14	122.80
Marcas de pavimento (flechas): Flecha frente + viraje izquierdo o derecho	U	5.00	7.50	37.50
				38,494.55
Expropiaciones				
Indemnización de terrenos	M2	750 000.0000	2.0000	1 500 000.0000
		Total USD\$		5,793,297.00

Analizando estos cuadros se establece lo siguiente:

- Se observa que, la longitud real y virtual de la alternativa No 2 es mayor en 1.500m. que la alternativa N° 1, además, el incremento de la longitud virtual de la alternativa 1 es del 66% y de 69% porcentaje de la alternativa N° 2; comparando estas dos rutas, se establece que son casi similares en cuanto a longitudes, a pendientes y grados de curvatura.
- Aunque las dos alternativas son muy similares, se determina que la alternativa No 1 es mejor, pues la alternativa N° 2 atraviesa por terrenos pertenecientes a empresas privadas las cuales se debería expropiar por lo tanto los costos de construcción de esta vía subirían en 1'500.000 USD por lo que se descarta la alternativa No 2.
- El costo de construcción de la vía por la alternativa N° 1 es 1.500 m menor que la No 2 y el costo de los puentes difiere en 10 m siendo mayor la alternativa No 2, comparando estas dos alternativas se observa que, el costo de la vía por la alternativa N° 2 es mayor que la alternativa No 1.
- Se debe tomar en cuenta que el valor total de construcción de la vía por la ruta No 2 será mayor debido que a partir de la Estación El Boliche hasta el límite del Parque Nacional Cotopaxi pertenece a empresas privadas tales como Aglomerados Cotopaxi y Clirsen por lo que se deberá expropiar estos territorios para la construcción de la vía.

- La alternativa No 1 al ser actualmente la vía principal de acceso al parque viene a ser el acceso principal a los centros poblados aledaños como (parroquias, recintos y barrios), los cuales por encontrarse conectados mediante caminos vecinales a la carretera, obtendrán indirectamente mayores beneficios socio-económicos, a través del mejoramiento de sus condiciones de comercio de mercancías, mayor productividad de las zonas cercanas, menor tiempo de viaje a las parroquias rurales y recintos, resultando en motivos de desarrollo para estos centros poblados. Se incluyen también el centro poblado San Joaquín y las fuentes de materiales, campamentos, patios de maquinarias de las minas.

CAPITULO IV

4. DISEÑO GEOMETRICO

4.1 Criterios de diseño geométrico.

El Diseño Geométrico de una vía consiste en correlacionar los elementos físicos de la vía con las condiciones de operación de los vehículos y está influenciado por dos factores: primero, por la configuración del terreno que debe atravesar y segundo, por las exigencias del tránsito que debe soportar. Un buen diseño es el que, con un costo anual mínimo, tenga en cuenta ambos factores.

El Proyecto camino de acceso al Parque Nacional Cotopaxi, está ubicado en la provincia de Cotopaxi, el mismo que está rodeado por quebradas y laderas con pendientes transversales que varían entre el 5 y 75%.

El trabajo fundamental del estudio fue obtener la faja topográfica en escala 1:1000 con curvas de nivel cada metro y realizar el nuevo proyecto horizontal, vertical, que va a permitir el enlace entre la vía Panamericana Sur y el Refugio del Cotopaxi.

En el desarrollo de la tesis se realizará el Diseño Geométrico hasta la etapa preliminar, el mismo que se ajustará básicamente a las especificaciones contenidas en las “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP - 2003”, que actualmente tiene vigente el Ministerio de Obras Públicas, de acuerdo con los siguientes criterios.

4.1.1 Clase de carretera.

Este proyecto se encuentra ubicado en la zona nororiental de la Provincia de Cotopaxi, desarrollándose por consiguiente por un terreno cuyas condiciones topográficas varían entre ondulado y montañoso.

La vía existente de acuerdo con las secciones típicas que tiene vigentes el Ministerio de Obras Publicas en las Normas de Diseño geométrico de carreteras de 2003, corresponde a un Camino vecinal tipo CV.7 de 1 calzada y 2 carriles.

Se gestionó la información estadística que dispone el MAE (Ministerio del Ambiente) que básicamente consistió en:

- Estadística de vehículos registrados en el ingreso al Parque Nacional Cotopaxi, para el cálculo de valor TPDA (Trafico promedio diario anual).

En la tabla y gráficos siguientes se presenta el resumen de la información proporcionada por el MAE (Ministerio del Ambiente).

ESTADISTICAS FLUJO VEHICULAR

PARQUE NACIONAL COTOPAXI

AÑO	MES	Nº VEHICULOS INGRESAN AL PNC
2010	ENERO	1817
	FEBRERO	736
	MARZO	1349
	ABRIL	1377
	MAYO	1661
	JUNIO	1173
	JULIO	2243
	AGOSTO	2749
	SEPTIEMBRE	1455
	OCTUBRE	1676
	NOVIEMBRE	2099
	DICIEMBRE	1511
2011	ENERO	2262
	FEBRERO	1648
	MARZO	2212

Cuadro 4.1

El TPDA (Tráfico promedio diario anual) corresponde a la aplicación de la siguiente fórmula:

Tráfico Total de enero 2010 a marzo 2011 = 25968 vehículos (una dirección).

TA (Tráfico anual) = 22066 Vehículos (una dirección).

TPDA = TA/365

TPDA = 22066/365 = 60.45 vehículos (una dirección) x 2 = **120.9 vehículos** (dos direcciones)

Se realiza el cálculo en dos direcciones ya que la mayoría de vehículos que ingresan al parque por esta vía regresan el mismo día.

En las Normas actuales de Diseño Geométrico MOP – 2003, se incorpora el criterio de “Función Jerárquica” para la clasificación de carreteras. El cuadro 4.2. presenta la relación entre la función jerárquica y la clasificación de las carreteras según el MOP.

Cuadro 4.2

FUNCION	CLASE DE CARRETERA (según MOP)	TPDA (1) (AÑO FINAL DE DISEÑO)
<div> CORREDOR ARTERIAL COLECTORA VECINAL </div>	RI - RII (2)	>8000
	I	3000 – 8000
	II	1000 – 3000
	III	300 – 1000
	IV	100 – 300
	V	< 100

Notas:

(1) De acuerdo con el nivel de servicio aceptable al final de la vida útil

(2) RI – RII – Autopistas - Autovías .

Los corredores arteriales pueden ser carreteras de calzadas separadas (autopistas - Autovías) y de calzada única (clase I y II).

Las vías colectoras son las carreteras de clase I, II, III y IV.

Los caminos vecinales son las carreteras de clase IV y V.

Analizando las propiedades de la clasificación de carreteras, y considerando que el tráfico (TPDA) es de 121 vehículos, se establece que la carretera en estudio pertenece a la clasificación de **Vía Colectora**, estas vías son las carreteras de clase I, II, III y IV de acuerdo a su importancia que están destinadas a recibir el tráfico de los caminos vecinales.

Se establece que la carretera en estudio pertenece a la clasificación de **Vía colectora** de 1 calzada y 2 carriles, sobre un terreno cuya topografía varía de ondulado a montañoso.

4.1.2 Velocidad de diseño.

Es la velocidad mediante la cual los vehículos pueden circular por una carretera con seguridad, cuando las condiciones atmosféricas y de tránsito son favorables. La velocidad de diseño es el elemento clave que fija directamente normas para el cálculo de algunos parámetros básicos, radios mínimos, peraltes, etc. y para el alineamiento horizontal y el perfil vertical de la carretera. La selección se basa tomando en cuenta la clase o tipo de carretera, volumen de tránsito y las características topográficas.

Se utilizaron las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2003, adoptadas por el Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, el Manual de Diseño MOP-001-E y el Manual de Caminos Vecinales MTOP-1984. Estos manuales sirvieron para determinar los parámetros de diseño.

En el cuadro 4.3. Se presentan los valores de velocidad de diseño para las diferentes categorías de caminos, T.P. D. A, y características topográficas del terreno.

Cuadro 4.3

VELOCIDAD DE DISEÑO EN KM / H				
CATEGORIA	T.P.D.A.	LLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO
RI ó RII	>8.000	95-120	85-110	80-90
I	3.000-8.000	90-110	80-100	50-80
II	1.000-3.000	90-100	80-90	50-70
III	300-1.000	86-90	60-80	40-60
IV	<u>100-300</u>	<u>80</u>	<u>35-60</u>	<u>25-50</u>
V	<100	60	35-50	25-40

FUENTE: NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO MOP - 2003

De acuerdo a las características geométricas existentes en la vía, en base a las condiciones topográficas y respetando las Normas vigentes, se ha establecido la velocidad de diseño para el estudio de esta carretera esta en un rango de 25 a 40 kilómetros por hora, para terrenos ondulado y montañoso.

4.1.3 Peralte.

Cuando un vehículo avanza a lo largo de una trayectoria circular es sometido a una fuerza que lo empuja hacia afuera por efecto de la fuerza centrífuga “F”. El rozamiento entre la llanta y el pavimento generan una fuerza en sentido contrario de la fuerza centrífuga, que se opone a que el vehículo se deslice hacia el exterior del carril.

El peralte es proporcional al vehículo, seguridad y comodidad cuando circula sobre el camino en curvas horizontales, siempre y cuando el valor del peralte no supere ciertos valores máximos porque si se excede en el valor del peralte este puede ocasionar el volcamiento de los mismos por la inestabilidad que provoca un peralte muy alto.

En las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2003, adoptadas por el Ministerio de Obras Públicas del Ecuador recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada para velocidades de diseño mayores a 50 km /h; y del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) y velocidades hasta 50 km/h.

Para este proyecto se adoptará un valor del PERALTE MAXIMO $e = 8\%$.

4.1.4 Proyecto Horizontal.

El proyecto horizontal es la representación en planta del eje de la vía, que está constituida por alineaciones rectas y conectadas entre sí por medio de curvas que pueden ser circulares o de transición, las mismas que proveen el adecuado cambio de dirección que mejor se acomode al correcto funcionamiento de la vía.

Las curvas circulares pueden ser simples o compuestas. Las usadas comúnmente son las simples, las compuestas se las utiliza menos en casos especiales. Estas curvas deben ser fáciles de localizar en el terreno y económicas en su construcción.

El diseño geométrico se ejecutó cumpliendo con las normas que han sido aceptadas y aprobadas por el MOP; las especificaciones determinan los valores de diseño para cada orden de camino.

4.1.5 Radio Mínimo de Curvatura Horizontal.

El radio mínimo de curvatura horizontal es el mínimo valor que debe adoptarse para que el tránsito circule con seguridad a una velocidad de diseño específica en función del máximo peralte (e) adoptado y el coeficiente (f) de fricción lateral correspondiente.

Criterios para adoptar los valores del radio mínimo:

- Cuando la topografía del terreno es montañosa escarpada.
- En las aproximaciones a los cruces de accidentes orográficos e hidrográficos.
- En intersecciones de caminos entre sí.
- En vías urbanas.

Para la determinación del radio mínimo se seguirá el criterio de la Asociación Americana de Autoridades de Vialidad de los Estados Unidos. (AASHTO), criterio adoptado en las normas del MOP.

El radio mínimo (R) puede calcularse en condiciones de seguridad con la fórmula siguiente:

$$R = \frac{V^2}{127(e + f)}$$

Donde:

R = Radio mínimo de una curva horizontal (m).

V = Velocidad de diseño (Km/h).

f = Coeficiente de fricción lateral.

e = Peralte de la curva, (m/m) (metro por metro ancho de la calzada).

Cuadro 4.4

RADIOS MINIMOS DE CURVAS EN FUNCION DEL PERALTE “e” Y EL COEFICIENTE DE FRICCION LATERAL “f”			
Velocidad de Diseño Km./h	“f” Máximo	RADIO MINIMO CALCULADO	RADIO MINIMO RECOMENDADO
		e= 0 80	e= 0 80
20	0 360	7 32	18
<u>25</u>	<u>0 315</u>	<u>12 48</u>	<u>20</u>
30	0 284	10 47	25
35	0 255	28 79	30
<u>40</u>	<u>0 221</u>	<u>41 80</u>	<u>45</u>
45	0 200	66 78	60
50	0 100	77 01	75
60	0 165	116 70	120

FUENTE: NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO MOP – 2003

Los valores usados en el diseño del proyecto son los resaltados en la tabla 4.4.

Los radios mínimos de las curvas horizontales serán de: 20 y 45 metros para velocidades de 25 y 40 km /h Las Normas admiten para esta clase de camino radios mínimos de 15m, siempre que se trate de mejorar el camino existente, pero se tiene en cuenta que este camino está ubicado en una zona protegida por tanto se ha utilizado radios mínimos de 13m con el objeto de no causar daños al ambiente, además en las curvas donde existen estos radios, se limitara la velocidad de operación mediante la colocación de señalización vertical de cumplimiento obligatorio y en esta

señalización constara en forma explícita, el valor de la velocidad máxima, así como las señales preventivas de rigor.

4.1.6 Longitud de la espiral mínima.

La longitud mínima de la espiral está expresada por la siguiente fórmula:

$$Le = 0,072 \frac{V^3}{R * C}$$

FUENTE: Normas de diseño
MOP 2003

Donde:

Le = Longitud mínima de la espiral (m)

V = Velocidad de diseño (Km/h)

R = Radio de la curva (m)

C = Coeficiente de comodidad y seguridad, Varía entre 1 y 3. (1 Para mayor seguridad y confort).

Para:

$$V = 25 \text{ Km/h} \quad Le = 0,072 \frac{25^3}{15 * 3} = 25 \text{ m.}$$

$$V = 40 \text{ Km/h} \quad L_e = 0,072 \frac{40^3}{15 * 3} = 102.4 \text{ m.}$$

4.1.7 Distancias de visibilidad.

Se define la distancia de visibilidad, como la longitud de una carretera visible a un conductor bajo condiciones expresas, es decir, es el tramo de una vía que un conductor mira continuamente delante de sí; está conformada por dos aspectos: Distancia de visibilidad de parada y distancia de visibilidad de rebasamiento.

4.1.8 Distancia de Visibilidad de Parada.

Es la distancia mínima necesaria para que el conductor vea un obstáculo en su trayectoria y pueda detenerse antes de llegar a él; es el resultado de sumar la distancia recorrida por el vehículo desde el momento de la percepción de un objeto (d1), más la distancia requerida para detener el vehículo después de haber accionado los frenos (d2).

Las fórmulas aplicadas para obtener estas distancias son las siguientes:

$$d1 = 0,7 Vc \quad \text{FUENTE: Normas de diseño geométrico}$$

MOP 2003

Donde:

$d1$ = Distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción (m).

Vc = Velocidad de circulación (Km/h)

$$d2 = \frac{Vc^2}{254 f} \quad \text{FUENTE: Normas de diseño geométrico}$$

MOP 2003

$$f = \frac{1,15}{Vc^{0,3}}$$

Donde:

$d2$ = Distancia de frenaje (m)

f = Coeficiente de fricción longitudinal

Vc = Velocidad del vehículo al momento de aplicar los frenos

El cuadro 4.5 presenta los valores de las distancias de visibilidad mínimas de parada de un vehículo.

Cuadro 4.5.

**VALORES DE DISEÑO DE LAS DISTANCIAS DE VISIBILIDAD MÍNIMAS
PARA PARADA DE UN VEHÍCULO**

CLASES DE CARRETERA	VALOR RECOMENDABLE (m)			VALOR ABSOLUTO (m)		
	L	O	M	L	O	M
R – I o R – II > 8.000 TPDA	220	180	135	180	135	110
I 3.000 a 8.000	180	160	110	160	110	70
II 1.000 a 3.000	160	135	90	135	110	55
III 300 a 1.000	135	110	70	110	70	40
<u>IV 100 a 130</u>	<u>110</u>	<u>70</u>	<u>55</u>	<u>70</u>	<u>35</u>	<u>25</u>
V Menos de 100	70	55	40	55	35	25

FUENTE: NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO MOP - 2003

Los valores usados en el diseño del proyecto son los resaltados en la tabla 4.5.

4.1.9 Distancia de Visibilidad de Rebasamiento.

Es la longitud mínima necesaria para ejecutar una maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad. Esta distancia de visibilidad para rebasamiento está constituida por la suma de cuatro distancias parciales que son:

d₁ = distancia recorrida por el vehículo rebasante en el tiempo de percepción/reacción/y durante la aceleración inicial hasta alcanzar el carril izquierdo de la carretera.

d₂ = distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo.

d₃ = distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto durante dos tercios del tiempo empleado por el vehículo rebasante, mientras usa el carril izquierdo; es decir, 2/3 de d₂. Se asume que la velocidad del vehículo que viene en sentido opuesto es igual a la del vehículo rebasante.

d₄ = distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto, al final de la maniobra.

Es decir, la distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo es igual a:

$$\mathbf{d_r = d_1 + d_2 + d_3 + d_4}$$

La fórmula aplicada para el cálculo de esta distancia es:

$$\mathbf{d_r = 9,54 \ V - 218} \qquad \text{FUENTE: Normas de diseño geométrico}$$

MOP 2003

Donde:

d_r = distancia de visibilidad para rebasamiento, expresada en metros.

V = velocidad promedio del vehículo rebasante, expresada en kilómetros por hora.

En el cuadro 4.6 se presentan las distancias de visibilidad mínima para el rebasamiento.

Cuadro 4.6.

**VALORES DE DISEÑO DE LAS DISTANCIAS DE VISIBILIDAD MÍNIMAS
PARA EL REBASAMIENTO DE UN VEHÍCULO**

CLASES DE CARRETERA	VALOR RECOMENDABLE (m)			VALOR ABSOLUTO (m)		
	L	O	M	L	O	M
R – I o R – II > 8.000 TPDA	830	830	640	830	640	565
I 3.000 a 8.000	830	690	565	690	565	415
II 1.000 a 3.000	690	640	490	640	565	345
III 300 a 1.000	640	565	415	565	415	270
<u>IV 100 a 130</u>	<u>480</u>	<u>290</u>	<u>210</u>	<u>290</u>	<u>150</u>	<u>110</u>
V Menos de 100	290	210	150	210	150	110

FUENTE: NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO MOP – 2003

Los valores usados en el diseño del proyecto son los resaltados en la tabla 4.6

4.2 Proyecto vertical.

El alineamiento vertical es el eje de la vía visto de perfil, y está formado por una sucesión de tramos rectos y curvas que se empalman; los tramos rectos son líneas de pendiente constante y las curvas verticales permiten el cambio de una pendiente a otra; las gradientes a adoptarse se rigen por las siguientes consideraciones: características topográficas del terreno, economía de construcción, bajo movimiento de tierras, pendientes máximas establecidas por las normas, y distancias de visibilidad.

4.2.1 Pendientes máximas y mínimas.

Las gradientes a adoptarse dependen directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos, en lo posible, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos.

En el país el MTOP nos indica el valor de las pendientes y las ubica dentro de términos razonables de acuerdo con la categoría del camino y la topografía del terreno por donde se desarrollan, de acuerdo al siguiente cuadro:

CUADRO 4.7

VALORES DE DISEÑO DE LAS GRADIENTES LONGITUDINALES MAXIMAS

CLASE DE CARRETERA	VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
	L	O	M	L	O	M
R—I o R—II > 8.000 TPDA	2	3	4	3	4	6
I 3.000 a 8.000 TPDA	3	4	6	3	5	7
II 1.000 a 3.000 TPDA	3	4	7	4	6	8
III 300 a 1.000 TPDA	4	6	7	6	7	9
<u>IV 100 a 300 TPDA</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>8</u>	<u>6</u>	<u>8</u>	<u>12</u>
V Menos de 100 TPDA	5	6	8	6	8	14

FUENTE: NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO MOP – 2003

Los valores usados en el diseño del proyecto son los resaltados en la tabla 4.7

La Gradiente y Longitud máxima, pueden adaptarse a los siguientes valores:

Para gradientes del:

8 – 10%, La longitud máxima será de: 1.000 m.

10-12%, 500 m.

12-14%, 250 m.

La pendiente longitudinal corresponde a 6, 8 y 12% para terreno plano, ondulado y montañoso respectivamente, pudiendo en longitudes cortas menores a 250 metros aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos. En el proyecto que se analiza la geografía del terreno es bastante empinada y para no acrecentar los impactos ambientales, se usó una pendiente máxima del 16%, la mayor distancia que posee esta pendiente en el proyecto son 200 m.

4.2.2 Determinación de las curvas verticales.

La función de las curvas verticales es la de juntar dos tramos verticales rectos de diferentes pendientes, para que desde una alineación hasta la otra en el movimiento vertical de los vehículos sea segura, cómoda y de una buena apariencia a la vía.

La curva vertical usada generalmente en el diseño del perfil de una carretera es la parábola simple o arcos parabólicos, que se aproxima a una curva circular, la razón es porque éstos producen un cambio constante de la pendiente y además las cotas se pueden calcular fácilmente, prácticamente no hay error alguno al adoptar la parábola simple con su eje vertical centrado en el PIV.

Existen curvas verticales convexas y cóncavas, cada una de ellas con su propia formulación.

4.2.3 Curvas verticales Convexas.

La longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1,15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0,15 metros.

Esta longitud se expresa por la siguiente fórmula:

$$L = \frac{A S^2}{426}$$

FUENTE: Normas de diseño geométrico
MOP 2003

Donde:

L = longitud de la curva vertical convexa, expresada en metros.

A = diferencia algébrica de las gradientes, expresada en porcentaje.

S = distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, expresada en metros.

La longitud de una curva vertical convexa en su expresión más simple es:

$$L = K A$$

FUENTE: Normas de diseño geométrico
MOP 2003

En los cuadros C-4.7 y C-4.8 se indican los diversos valores de K para las diferentes velocidades de diseño y para las diversas clases de carreteras, respectivamente.

CUADRO 4.8

CURVAS VERTICALES CONVEXAS MINIMAS

VELOCIDAD DE DISEÑO (kph)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (metros)	COEFICIENTE $K = S^2 / 426$	
		Calculado	Redondeado
20	20	0,94	1
<u>25</u>	<u>25</u>	<u>1,47</u>	<u>2</u>
30	30	2,11	2
35	35	2,88	3
<u>40</u>	<u>40</u>	<u>3,76</u>	<u>4</u>
45	50	5,87	6
50	55	7,10	7
60	70	11,50	12
70	90	19,01	19
80	110	28,40	28
90	135	42,78	43
100	160	60,09	60
110	180	76,06	80
120	220	113,62	115

FUENTE: NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO MOP – 2003

Los valores usados en el diseño del proyecto son los resaltados en la tabla 4.8

CUADRO 4.9
VALORES MÍNIMOS DE DISEÑO DEL COEFICIENTE “K” PARA LA
DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE CURVAS VERTICALES
CONVEXAS MÍNIMAS

CLASES DE CARRETERA	VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
	L	O	M	L	O	M
R – I o R – II > 8.000 TPDA	115	80	43	80	43	28
I 3.000 a 8.000	80	60	28	60	28	12
II 1.000 a 3.000	60	43	19	43	28	7
III 300 a 1.000	43	28	12	28	12	4
<u>IV 100 a 130</u>	<u>28</u>	<u>12</u>	<u>7</u>	<u>12</u>	<u>3</u>	<u>2</u>
V Menos de 100	12	7	4	7	3	2

FUENTE: NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO MOP – 2003

Los valores usados en el diseño del proyecto son los resaltados en la tabla 4.9

4.2.4 Curvas verticales cóncavas.

Por motivos de seguridad, es necesario que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de modo que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo.

La siguiente fórmula indica la relación entre la longitud de la curva, la diferencia algebraica de gradientes y la distancia de visibilidad de parada.

$$L = \frac{A S^2}{122 + 3.5 S}$$

FUENTE: Normas de diseño geométrico
MOP 2003

La Fórmula anterior se basa en una altura de 60 centímetros para los faros del vehículo y un grado de divergencia hacia arriba de los rayos de luz con respecto al eje longitudinal del vehículo.

La longitud de una curva vertical cóncava en su expresión más simple es:

$$L = K A$$

FUENTE: Normas de diseño geométrico
MOP 2003

En los cuadros 4.10 y 4.11 se indican los diversos valores de “K” para las varias clases de carretera, respectivamente.

CUADRO 4.10

CURVAS VERTICALES CONCAVAS MINIMAS

VELOCIDAD DE DISEÑO (kph)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (metros)	COEFICIENTE $K = S^2/122 + 3.5 S$	
		Calculado	Redondeado
20	20	2,08	2
<u>25</u>	<u>25</u>	<u>2,98</u>	<u>3</u>
30	30	3,96	4
35	35	5,01	5
<u>40</u>	<u>40</u>	<u>6,11</u>	<u>6</u>
45	50	8,42	8
50	55	9,62	10
60	70	13,35	13
70	90	18,54	19
80	110	23,87	24
90	135	30,66	31
100	160	37,54	38
110	180	43,09	43
120	220	54,26	54

FUENTE: NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO MOP – 2003

Los valores usados en el diseño del proyecto son los resaltados en la tabla 4.10

CUADRO 4.11
VALORES MÍNIMOS DE DISEÑO DEL COEFICIENTE “K” PARA LA
DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE CURVAS VERTICALES
CONCAVAS MÍNIMAS

CLASES DE CARRETERA	VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
	L	O	M	L	O	M
R – I o R – II > 8.000 TPDA	54	43	31	43	31	24
I 3.000 a 8.000	43	38	24	38	24	13
II 1.000 a 3.000	38	31	19	31	24	10
III 300 a 1.000	31	24	13	24	13	6
<u>IV 100 a 130</u>	<u>24</u>	<u>13</u>	<u>10</u>	<u>13</u>	<u>5</u>	<u>3</u>
V Menos de 100	13	10	6	10	5	3

FUENTE: NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO MOP – 2003

Los valores usados en el diseño del proyecto son los resaltados en la tabla 4.11

En el cuadro 4.12 se indican un resumen de los diversos valores de K para las diferentes velocidades de diseño para curvas verticales convexas y cóncavas que serán utilizados en el diseño geométrico de nuestro proyecto.

CUADRO 4.12

CURVAS VERTICALES CONVEXAS Y CONCAVAS MÍNIMAS

Velocidad de diseño (Km./h)	Distancia de visibilidad para parada (m)	Curvas Verticales Convexas Mínimas Coeficiente “K” = S ² /426		Curvas Verticales Cóncavas Mínimas Coeficiente “K” = S ² /122+3.5 S	
		Calculado	Redondeado	Calculado	Redondeado
<u>40</u>	<u>45</u>	<u>4.7</u>	<u>5</u>	<u>7.2</u>	<u>7</u>
50	60	8.4	8	10.8	11
60	75	13.2	13	14.6	15
70	90	19.0	19	18.5	18
80	110	28.4	28	23.8	24
90	140	46.0	46	32.0	32
100	160	60.0	60	37.5	38

FUENTE: NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO MOP – 2003

Los valores usados en el diseño del proyecto son los resaltados en la tabla 4.13

Cuadro 4.13
VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES Y CAMINOS
VECINALES DE CONSTRUCCION

NORMAS		CLASE I 3.000 - 8.000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE II 1.000 - 3.000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE III 300 - 1.000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE IV 100 - 300 TPDA ⁽¹⁾						CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽¹⁾					
		RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA		
		LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M
Velocidad de diseño (k.p.h)		110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 ⁽⁹⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽⁹⁾
Radio mínimo de curvas horizontales (m)		430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 ⁽⁹⁾
Distancia de visibilidad para parada (m)		180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)		830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110
Peralte		MAXIMO = 10 %																		10 % (Para V > 50 KPH)						8 % (Para V < 50 KPH)					
Coeficiente "K" para : ²																															
Curvas verticales convexas (m)		80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2
Curvas verticales cóncavas (m)		43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3
Gradiente longitudinal ³ máxima (%)		3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14
Gradiente longitudinal ⁴ mínima (%)		0.50%																													
Ancho de pavimento (m)		7.30			7.30			7.00			6.70			6.70			6.00			6.00						4 ⁽⁶⁾					
Clase de pavimento		Carpeta asfáltica y Hormigón						Carpeta asfáltica						Carpeta asfáltica o D.T.S.B						D.T.S.B Capa granular o Empedrado						Capa granular o Empedrado					
Ancho de espaldones ⁵ estables (m)		3.0	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5	3.0	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5	2.0	1.5	1.0	1.5	1.0	0.5	0.6 (C.V. Tipo 6 y 7)						-					
Gradiente transversal para pavimento (%)		2.0						2.0						2.0						2.5 (C.V. Tipo 6 y 7)						4.0					
Gradiente transversal para espaldones (%)		2.0 ⁽⁶⁾ - 4.0						2.0 - 4.0						2.0 - 4.0						4.0 (C.V. Tipo 5 y 5E)											
Curva de Transición		USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																													
Puentes	Carga de diseño	HS - 20 - 44; HS - MOP; HS - 25																													
	Ancho de la calzada (m)	SERA LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																													
	Ancho de aceras (m) ⁽⁷⁾	0.50 m mínimo a cada lado																													
Mínimo derecho de vía (m)		Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																													
		LL = TERRENO PLANO O= TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																													

1) El TPDA indicado es el volumen promedio anual de trafico proyectado a 15-20 años, cuando se proyecta un TPDA en exceso de 7.000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una Autopista. Las Normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 KPH mas para clase de terreno. Para el diseño definitivo debe considerarse el número de vehículos equivalentes.

2) Longitud de las curvas verticales: L = KA, en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algébrica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales.

L = 0.60 V, en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.

3) En longitudes cortas menores a 500 m, se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 2% en terrenos montañosos, solamente para las carreteras de Clase I, II y III. Para Caminos Vecinales (Clase IV) se puede aumentar la gradiente en 1% en terrenos ondulados y 3% en terrenos montañosos, para longitudes menores a 500 m.

4) Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m a 6 m de altura, previo análisis y justificación.

5) Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. Se ensanchara la calzada 0.50 m mas cuando se prevé la instalación de guarda caminos

6) Cuando el espaldón esta pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.

7) En los casos en que haya bastante trafico de peatones, úsense dos aceras completas de 1.20 m de ancho

8) Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular

9) Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar V_D = 20 Km/h y R = 15 m, siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

NOTA : Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearan cuando el TPDA es cerca al límite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de

4.3 Sección transversal típica.

El diseño de la sección transversal de una carretera consiste en la definición de la ubicación y dimensiones de los elementos que forman la carretera.

Para la elección de la sección transversal es conveniente tomar en cuenta los beneficios a los usuarios, así como los costos de mantenimiento. Al determinar los varios elementos de la sección transversal, es de suma importancia hacerlo pensando siempre en la seguridad para los usuarios de la carretera que se diseña.

4.3.1 Secciones típicas adoptadas.

De acuerdo con las Normas vigentes del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, se adoptó para el diseño geométrico de este proyecto un ancho de la calzada que se define en el Cuadro VIII-1 (tomado de las NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO MOP – 2003) se muestran los valores de diseño para el ancho del pavimento en función de los volúmenes de tráfico para Ecuador.

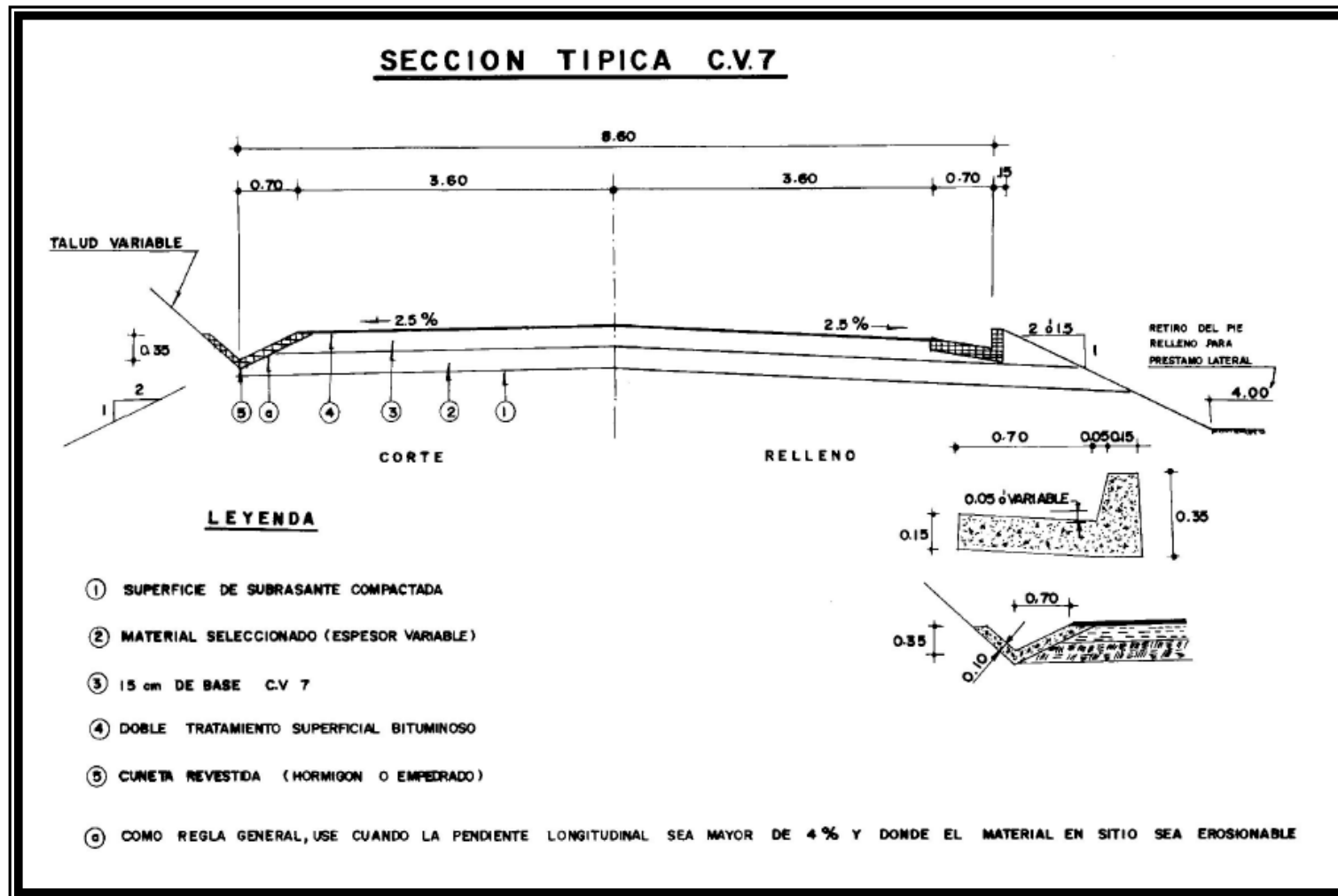
CUADRO VIII-1

ANCHOS DE LA CALZADA		
Clase de Carretera	Ancho de la Calzada (m)	
	Recomendable	Absoluto
R-I o R-II > 8000 TPDA	7,30	7,30
I 3000 a 8000 TPDA	7,30	7,30
II 1000 a 3000 TPDA	7,30	6,50
III 300 a 1000 TPDA	6,70	6,00
IV 100 a 300 TPDA	6,00	6,00
V Menos de 100 TPDA	4,00	4,00

NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO MOP – 2003

Se adoptó la siguiente sección:

- De acuerdo con Cuadro VIII-1 con un TPDA de 121, el ancho de la vía estaría distribuido de la siguiente manera: dos carriles de 3.00 metros de ancho por carril, de esta forma el ancho de la calzada será de 6.00 metros.
- Con este ancho de la calzada se adopta la sección típica CV.7 (Graf. 2) de las **NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO MOP – 2003** La pendiente transversal adoptada es de 2.5%, con pendiente única hacia la parte externa de la calzada. En los tramos en tangente, el ancho máximo de calzada con pendiente única es de 7.2 metros, para el proyecto adoptaremos 6 metros.



Graf. 2- Sección Típica C.V.7 -NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO MOP – 2003

4.3.2 Elementos junto a los carriles.

Una actividad que se ha hecho muy popular en los últimos años dentro del Parque, tiene que ver con los recorridos realizados en bicicleta de montaña con los que es posible observar la mayoría de los atractivos del Parque Nacional Cotopaxi. Las opciones de rutas que se pueden tener, inician siempre desde el parqueadero del refugio ubicado a unos 4.600 metros sobre el nivel del mar de este punto, los recorridos se realizan siguiendo los caminos principales de los diferentes ingresos al Parque.

Por lo que es de suma importancia el diseño de una vía exclusiva para bicicletas. Para el diseño de las ciclo vías se utilizó el Manual de diseño para infraestructuras de ciclo vías de Lima y Callao – Centro de Investigación y Asesoría de Transporte Terrestre (CIDATT), de Lima-Perú, 2001, ya que en nuestro país aún no existe un documento normativo para el diseño de este tipo de vías.

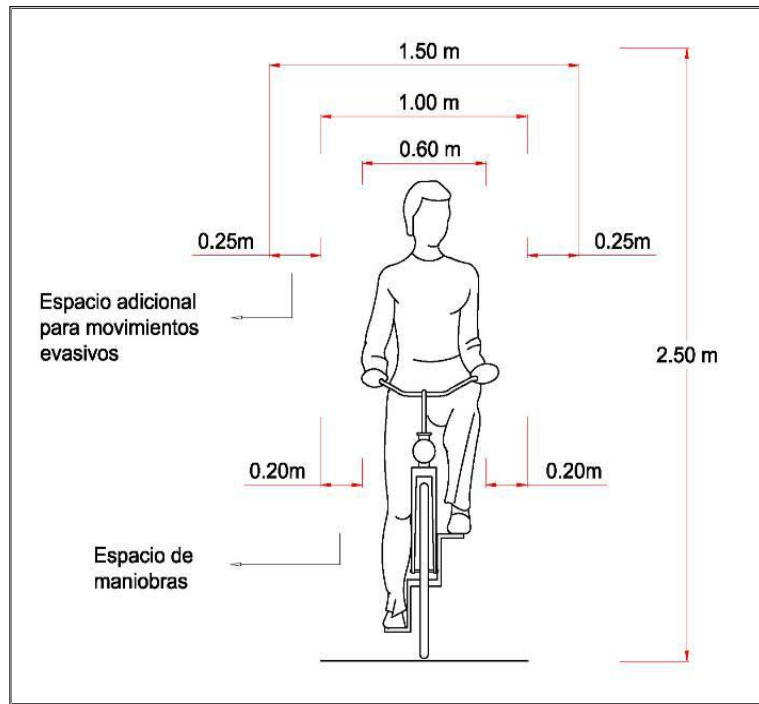
4.3.3 Ciclo vía.

En el diseño de una ciclo vía se deben tener en cuenta las siguientes condiciones³.

- Un adecuado ancho, para la circulación de los ciclistas, tanto en un sentido, como en doble sentido.
- Garantizar que los peatones, ciclistas y automovilistas se perciban oportunamente unos a otros con suficiente tiempo y espacio.
- Señales claramente legibles y ubicadas apropiadamente de tal forma de facilitar las maniobras y garantizar la seguridad de circulación sobre la vía.

En condiciones normales un ciclista en movimiento necesita un ancho de 1 m. para poder mantener el equilibrio durante el manejo con una velocidad baja. Pero hay que tener en cuenta el espacio necesario para la ejecución de maniobras, tales como movimientos evasivos cuando está en movimiento durante el viaje, para ello es necesario un espacio adicional de 0.25 m a cada lado, lo que hace un total mínimo de 1.50 m. (ver Graf. 3)

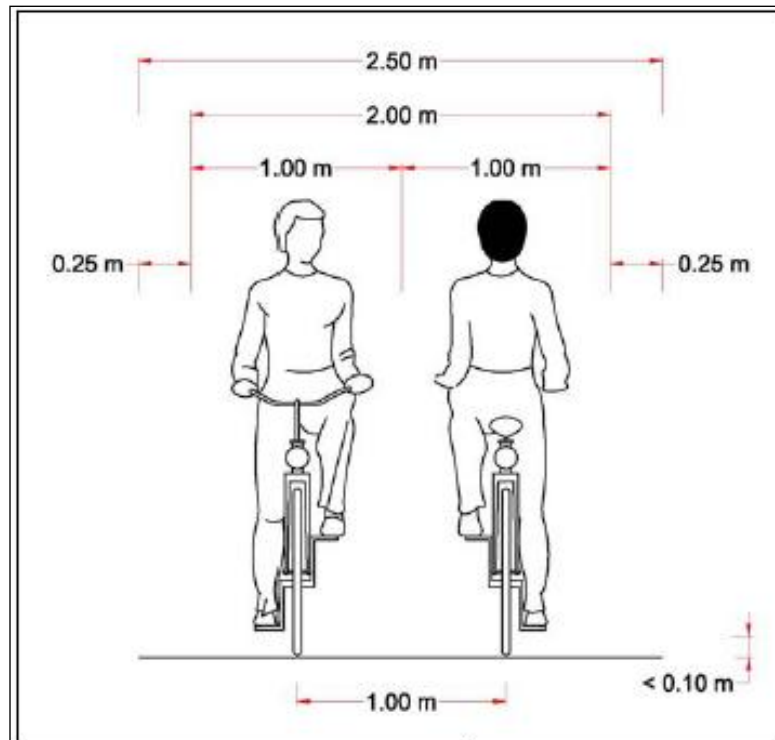
2.- Manual de diseño para infraestructuras de ciclo vías de Lima y Callao – Centro de Investigación y Asesoría de Transporte Terrestre (CIDATT), Lima-Perú, 2001, Pág.4



Graf. 3⁴ - Manual de Diseño Para Infraestructura de Ciclovías de Lima y Callao – Perú

En Sentido Bidireccional. Para la circulación de dos ciclistas en sentido contrario el espacio necesario es la sumatoria de lo correspondiente a 2 ciclistas en sus laterales más próximos (1.0 m), es decir 2.0 m, la sección de una ciclovía bidireccional depende también de los obstáculos laterales y las condiciones de los espacios adyacentes.

Si en los laterales del área de operación del ciclista no existen bordillos o escalones o si éstos son de una altura inferior a 0.10 m, la distancia de la trayectoria teórica de cada lado al borde de la sección debe ser como mínimo de 0.25 m a cada lado², un ancho total de 2.50 m. (ver Graf.4).



Graf. 4 - Manual de Diseño Para Infraestructura de Ciclovías de Lima y Callao – Perú

Por lo tanto:

- Se tendrá al lado del carril de ida un ancho adicional de 2.5 m que servirá como ciclo vía.
- La inclinación transversal adoptada para la Ciclovía es del 2.5%.

Junto a las Ciclovías se tendrá:

Tanto en secciones de relleno como de corte se han considerado cunetas de forma triangular, de 0.70 metro de ancho libre con una inclinación 4:1 junto a la calzada, mientras que su otro borde será el talud de corte. Las cunetas serán revestidas con hormigón de $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$

En el cuadro C-4.14 se registran los principales elementos que conforman las secciones transversales.

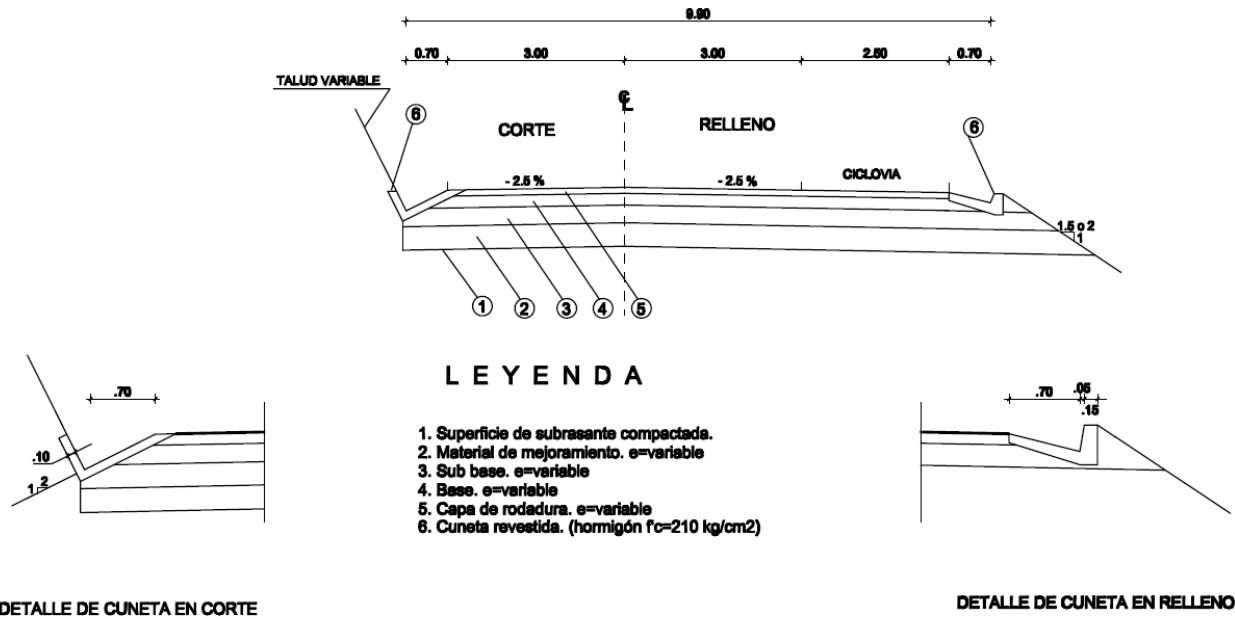
Cuadro 4.14

ELEMENTOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE LA VIA

CARACTERISTICAS	
Número de calzadas	1
Número de carriles	2
Ancho calzada	6.00
Ancho carril	3.00
Espaldón Ciclovía	2.50
Cuneta lateral en corte	0.70
Cuneta lateral en relleno	0.70
Pendiente transversal calzada %	2.5
Pendiente transversal Ciclovía %	2.5
TOTAL SECCIÓN MIXTA	9.90

Por lo tanto la sección típica que se utiliza en el proyecto es la indicada en el Graf. 5

SECCION TIPICA

**Graf. 5**

4.4 Estudios topográficos.

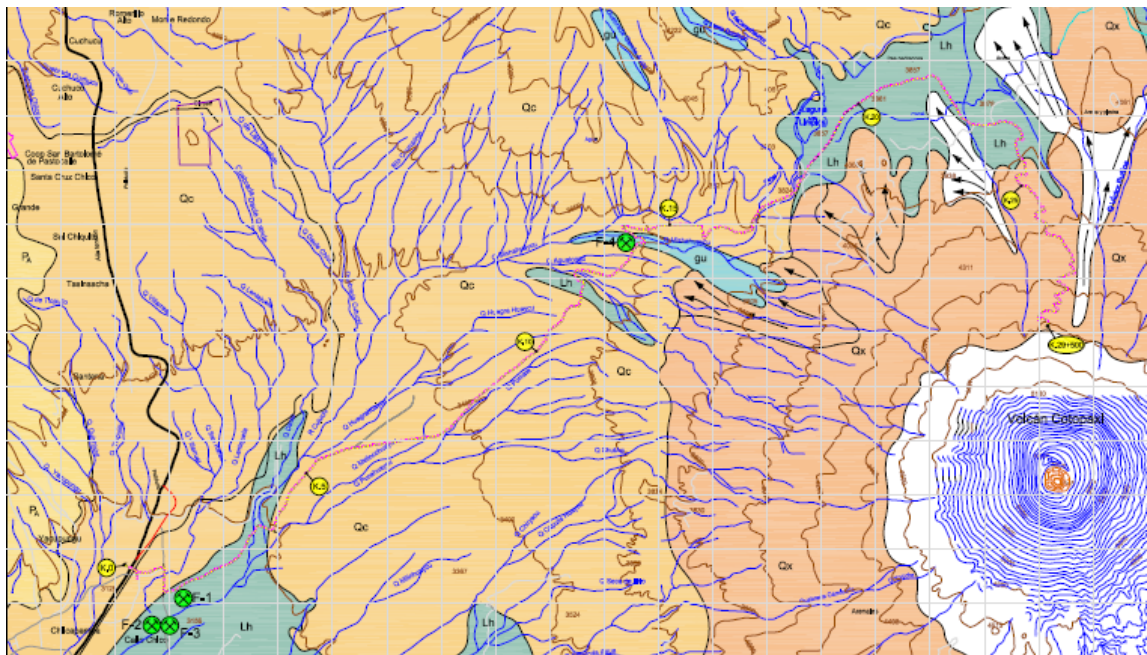
Los estudios topográficos fueron realizados en su totalidad por la consultora IAD CONSULTORES CIA. LTDA., la misma que entregó esta información a los autores de este trabajo, quienes agradecen por su colaboración y sus observaciones al proyecto en análisis. Por esta razón, las alternativas trazadas en el presente proyecto se limitan a las condiciones impuestas por las fajas de topografía entregadas por la consultora, quien incurrió en los gastos que estos trabajos representan.

Para obtener los datos topográficos, en la etapa preliminar, en sus inicios y con el propósito de tener un control sobre el alineamiento horizontal, se colocaron un par de puntos GPS cada 10 Km. De estos puntos se partió con un polígono preliminar abscisado y nivelado geométricamente, desde el cual se realizó el levantamiento topográfico de la vía.

Estos datos provistos por la consultora fueron procesados y dibujados, obteniéndose una topografía a escala 1:1.000 que permitió definir los alineamientos horizontales correctos y a qué lado debía realizarse el ensanchamiento propuesto.

4.5 Estudio geológico general.

Regionalmente el área de influencia del proyecto en estudio abarca formaciones geológicas pertenecientes al Cuaternario (Holoceno – Pleistoceno). La distribución de estas unidades se puede visualizar en el mapa.



En lo que se refiere a los depósitos cuaternarios de la zona tenemos los siguientes:

La siguiente información fue tomada de “Estudio de Impacto Ambiental del Parque Nacional Cotopaxi - IAD Consultores CIA.LTDA – Quito, 2011”

“Formación Cangagua (Qc).

Esta unidad está ampliamente expuesta en la zona del proyecto y en los taludes de corte del camino existente se pueden observar afloramientos de cenizas volcánicas con pómez, blanquecinas, de mediana compacidad. Y en otros sectores, los piro clásticos se disponen en forma de capas de ceniza volcánicas café oscuras de grano fino con capas de pómez de hasta unos 2m de espesor; son fácilmente deleznales; La capacidad portante se puede considerar de media, son materiales altamente permeables, y se pueden utilizar en rellenos y mejoramientos de subrasante, de fácil remoción correspondiendo su excavación en un 100% a categoría de suelo.”⁵

En cuanto se refiere a estabilidad de taludes, los cortes del camino existente no posee alturas mayores a 5m en forma general por lo que no se esperan inestabilidades de magnitud; lo que puede afectar a los taludes de corte son pequeños desprendimientos del cuerpo del talud por acción del viento y el agua lluvia.

⁵ Estudio Geológico del Parque Nacional Cotopaxi - IAD Consultores CIA.LTDA – Quito, 2011.

Depósitos Laharíticos (Lh).

Son mezclas heterogéneas de clastos de roca angulosa con finos areno limosos, de diferente coloración, con esporádicos fragmentos de roca pequeños; poco compactados, la matriz según la clasificación SUCS es del tipo: SM – SP, son de permeabilidad alta, capacidad portante media a alta.

“Estos materiales se ha depositado principalmente en sitios de las cuencas de los drenajes presentes en el área del proyecto y especialmente en las cuencas de los ríos: Cutuchi, Qda. Agualongo y en las faldas del volcán Cotopaxi.

La excavación es fácil con maquinaria liviana y posiblemente se necesite Ripper en caso de encontrar bloques de roca de mayor tamaño; como material de construcción se lo puede emplear para mejoramiento de subrasante, bases, sub bases y hormigones.”⁶

Los taludes se mantienen estables, por lo que no se esperan fenómenos de inestabilidades de consideración

⁶ Estudio Geológico del Parque Nacional Cotopaxi - IAD Consultores CIA.LTDA – Quito, 2011.

“Depósitos fluvio glaciales (gu).

Esta unidad se la ha diferenciado en la cuenca que ha formado la Qda. Mishahoaico, en donde los flancos de la misma presentan materiales granulares, de diferentes tamaños y forma entremezclados con arenas, de compacidad media.

Se consideran materiales de mediana competencia como soporte para cimentaciones; altamente permeables, como material para la construcción pueden proveer buenos materiales para ser ocupados en las diferentes obras civiles.”⁷

“Volcánicos Cotopaxi (Qx).

Esta unidad se localiza fundamentalmente en los flancos o laderas del volcán Cotopaxi, en donde se ha podido observar afloramientos de flujos de lavas andesíticas dispuestas en forma de bloques; además, esta unidad contiene material Piro clástico tipo cenizas volcánicas entremezcladas con pedazos de lavas y pómez. El proyecto debido a que atravesará por una topografía de ladera con pendientes de consideración, no permite realizar rectificaciones mayores por lo que los cortes no serán de mayor altura y cortarán materiales piro clásticos de fácil remoción, los suelos se clasifican como: ML-MH-SM.

La permeabilidad es media a alta, con una esorrentía de media, la excavación es fácil utilizando maquinaria sencilla.

⁷ Estudio Geológico del Parque Nacional Cotopaxi - IAD Consultores CIA.LTDA – Quito, 2011.

La capacidad portante de la subrasante se puede considerar de media, como material de construcción se los puede emplear en rellenos.”⁸

Los taludes de corte estarán expuestos a sufrir desprendimientos de suelo por acción del agua lluvia y el viento.

Inventario de fuentes de materiales de construcción.

Es importante conocer también que en el área de influencia del proyecto se puede encontrar sitios que poseen materiales que pueden ser aptos para la construcción de la obra vial de los cuales realizamos un inventario.

De este inventario, de acuerdo a las características litológicas de los agregados, ubicación y principalmente considerando las que tienen cantidades mayores de material, se ha seleccionado los siguientes sectores para que sean tomados en cuenta para los estudios posteriores y de las cuales realizamos una descripción.

⁸ Estudio Geológico del Parque Nacional Cotopaxi - IAD Consultores CIA.LTDA – Quito, 2011.

Fuentes de materiales de construcción.

NOMBRE	UBICACIÓN	COORDENADAS		TIPO DE MATERIAL
		Norte	Este	
Mina San Joaquín 2	A 1.5 km del inicio del proyecto en estudio; sector de San Joaquín.	9928740	777440	Depósitos de lahares
Mina San Agustín de Panavial	A 2.4 km del inicio del proyecto en estudio; sector de San Agustín	9921630	768750	Depósitos de lahares
Mina Hamburgo 3	A 2 km del inicio del proyecto en estudio; sector de San Agustín	9921630	768750	Depósitos de lahares
Mina Mishahuaycu	Abscisa: 13+800 del proyecto en estudio, talud izquierdo de la carretera existente; sector de la Qda. Mishahuaycu.	9928740	777440	Depósitos glaciares

Cuadro 4.14 - Estudio de Impacto Ambiental del Parque Nacional Cotopaxi - IAD
Consultores CIA.LTDA – Quito, 2011

4.6 Evaluación de impacto ambiental.

La vía en estudio, se conecta con la Panamericana Sur, a la altura del páramo del Chasqui y se dirige en sentido oriental hasta las faldas del volcán Cotopaxi, se halla habilitada para el transporte público y privado y tiene una capa de rodadura a nivel de mejoramiento en todo el tramo (ancho promedio 8,5 m). Cabe recalcar que, de los 29,5 km de la vía, únicamente 13,3 km se hallan dentro de los límites del área protegida.

De acuerdo con los diseños preliminares definidos para la rehabilitación y mejoramiento de la vía, y en base a las normas estándares de diseño, se mantiene el mismo trazado vial existente, con las necesarias ampliaciones de la calzada requeridos. Esto implicará el retiro lateral de la vegetación así como movimientos puntuales de tierras, en diferentes sitios tanto en áreas del Parque (13,3 km) así como en tierras privadas pertenecientes a la empresa Aglomerados Cotopaxi S.A. (ACOSA), caracterizados estos últimos por plantaciones de pinos y ciprés, especies introducidas en este tipo de ecosistemas.

De acuerdo a lo señalado, los movimientos de tierra necesarios, especialmente de los costados de la vía existente y la consecuente limpieza de la vegetación lateral, avizoran alteraciones puntuales al entorno. Sin embargo, es conocido también que esta vía data de más de 40 años en constante uso y, en cierta manera las áreas adyacentes a la carretera existente, han soportado diferentes tipos de afectaciones causadas especialmente por el tránsito vehicular permanente con las consecuentes derivaciones de ruido, vibraciones, polvo y otros.

“En virtud de esto y bajo el sistema de categorización sobre la sensibilidad del proyecto, a cargo de la autoridad ambiental el Ministerio del Ambiente (MAE), este proyecto ha sido calificado como de tipo “A” es decir de bajo riesgo o sensibilidad ambiental.”⁹

Al evaluar ambientalmente el proyecto, se considerarán también los efectos positivos que pueda aportar éste hacia el medio. El balance de los efectos negativos irreversibles, de los efectos negativos con probabilidades de ser mitigados y corregidos al frente de los efectos positivos, darán las pautas de idoneidad del proyecto.

Para analizar los posibles impactos ambientales debemos conocer cada una de las actividades constructivas a implementarse en cada fase del proyecto y las cuales las detallamos a continuación:

⁹ Estudio Geológico del Parque Nacional Cotopaxi - IAD Consultores CIA.LTDA – Quito, 2011.

“Actividades en la fase de construcción

- Movimiento de tierras y limpieza lateral de vegetación
- Establecimiento y funcionamiento de campamento para personal de la obra
- Construcción y/o adecuación de patio para mantenimiento de maquinaria.
- Adecuación de áreas para funcionamiento de la trituradora y planta de asfaltos.
- Construcción de obras complementarias a la vía: cunetas, muros, puentes y otros.
- Construcción de calzada: Colocación de sub-base, base y carpeta asfáltica.
- Movimiento de vehículos y maquinarias.
- Transporte de materiales pétreos y áridos.

Actividades en la fase de operación

- Limpieza lateral de la vía
- Inicio de intenso tráfico vehicular en la vía
- Mantenimiento de señalización
- Mantenimiento de sistemas de drenaje
- Mantenimiento de la capa de rodadura”¹⁰

¹⁰ Estudio de Impacto Ambiental del Parque Nacional Cotopaxi - IAD Consultores CIA.LTDA – Quito, 2011.

Para cada una de estas actividades la consultora realizó un diagnóstico bajo diferentes aspectos como son los aspectos físicos, bióticos, socio económicos y socio ambientales los cuales serían los indicadores en el estudio para realizar una identificación y evaluación de los posibles impactos ambientales tanto positivos y negativos que se sucintarán en el proyecto mediante una evaluación de estos posibles impactos.

La Evaluación de Impactos Ambientales parte de los resultados y conocimiento de la situación actual de las condiciones biofísicas y socioeconómicas del área de estudio, descritas y evaluadas en el diagnóstico socio-ambiental.

“Para el procedimiento sistemático y simplificado de la evaluación de los impactos ambientales (EIA) de mayor significancia, el grupo consultor utilizó una "Matriz Multidimensional", la misma que fue construida tomando como referencia las matrices desarrolladas por Phillip y Defillini (1976), Leopold (1970) y otras referencias. En esencia, esta matriz presenta en las filas los impactos ambientales esperados y en las columnas las actividades de la rectificación y mejoramiento de la vía, permitiendo además, la entrada, en sub - filas y sub - columnas, las categorías de calificación y evaluación en un arreglo multi-dimensional.”¹¹

¹¹ Estudio de Impacto Ambiental del Parque Nacional Cotopaxi - IAD Consultores CIA.LTDA – Quito, 2011.

La Calificación de los impactos se realizó a través de parámetros Cualitativos y Cuantitativos, que permiten luego calcular la Magnitud e Importancia de cada uno de ellos, tanto a nivel del elemento afectado, como de la actividad que genera la afectación. Esos parámetros o variables son de dos tipos: Cualitativos y Cuantitativos

Según su importancia y magnitud obtuvimos los siguientes resultados:

N°	DESCRIPCION	IMPACTOS AMBIENTALES			
		Fase de Construcción		Fase de Operación	
		Magnitud	Importancia	Magnitud	Importancia
1	Afectación a Especies de vertebrados (aves y mamíferos)	Medio	Medio	Bajo	Bajo
2	Afectación a la cobertura vegetal	Bajo	Bajo	No Impacto	No Impacto
3	Aumento en emisiones de polvo y material granulado	Medio	Medio	No Impacto	No Impacto
4	Aumento de ruido y vibraciones	Medio	Medio	Bajo	Bajo
5	Aumento de emisiones de Gases y humo	Medio	Medio	Bajo	Bajo
6	Cambios en la calidad del agua	Medio	Medio	Bajo	Bajo
7	Alteraciones de cauces y caudales de agua	Bajo	Bajo	No Impacto	No Impacto
8	Afectaciones en la estabilidad (erosión)	Bajo	Bajo	No Impacto	No Impacto
9	Alteraciones en la compactación natural del suelo	Medio	Medio	No Impacto	No Impacto
10	Afectaciones a plantaciones y cultivos agrícolas	Bajo	Bajo	No Impacto	No Impacto

11	Afectación a construcciones y otra infraestructura social.	Bajo	Bajo	No Impacto	No Impacto
12	Aumento en riesgos de enfermedades	Medio	Medio	Bajo	Bajo
13	Incremento del riesgos de accidentes	Medio	Medio	Bajo	Bajo

Cuadro 4.15 - Estudio de Impacto Ambiental del Parque Nacional Cotopaxi - IAD Consultores CIA.LTDA – Quito, 2011.

Con los resultados obtenidos en la evaluación se puede identificar los impactos positivos y negativos y encontrar las formas de mitigación detallado en el siguiente cuadro.

4.6.1 Impactos ambientales y medidas de prevención y/o mitigación.

IMPACTOS NEGATIVOS	MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN AMBIENTAL	
	FASE DE CONSTRUCCIÓN	FASE DE OPERACIÓN
Afectación a la Cobertura Vegetal	<ul style="list-style-type: none"> • No remover la vegetación nativa que no sea necesaria • Por ningún concepto se depositarán materiales estériles en zonas de quebradas y otros sitios. • No quemar ni provocar incendios a lo largo del tramo vial. • No causar la pérdida de la vegetación que protegen los flancos de colinas, quebradas, ríos u otros cuerpos de agua. • Está terminantemente prohibida la caza, el asedio o perturbación en áreas aledañas a la zona de construcción, así como la compra de animales silvestres (vivos, embalsamados, pieles u otras partes). • Cualquier desperdicio de asfalto, diluyentes, rocas u otros que resulten de la actividad de construcción, no deberá ser arrojado indiscriminadamente a los costados de la vía. 	En labores de mantenimiento vial, evitar desbroza o cortar árboles de manera innecesaria.
Aumento en emisiones de Polvo y material granulado	<ul style="list-style-type: none"> • Regar regularmente agua con tanqueros en los diferentes frentes de trabajo y centros poblados • Plantas de trituración y asfaltos deben estar ubicadas en sitios alejados de centros poblados • Volquetas y todo vehículo que transporte materiales de construcción, deben utilizar carpas para cubrir el material • El personal obrero del proyecto, y donde sea necesario, debe usar permanentemente mascarillas y gafas de protección, en sus sitios de trabajo. 	
Aumento de	<ul style="list-style-type: none"> • Disponer periódicamente (cada mes), de certificados de chequeo y calibración del ruido de todo tipo 	

Ruido y Vibraciones	<p>de maquinaria, vehículos y otros a ser utilizados en el proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducir la causa generadora, mediante la utilización de silenciadores de escape, apropiados y nuevos en todo vehículo, maquinaria y equipos a utilizar. • Aislar la fuente emisora mediante la instalación de estructuras cerradas, para el caso de generadores y otro equipo de funcionamiento prolongado. • Controlar y/o eliminar señales audibles innecesarias tales como bocinas y pitos. • Dotar y exigir el uso, donde sea aplicable, de protectores de oídos a los trabajadores 	
Aumento de emisiones de Gases y humo	<ul style="list-style-type: none"> • Disponer periódicamente (cada mes), de certificados de chequeo y calibración de emisión de gases y humo, de todo tipo de maquinaria, vehículos y otros a ser utilizados en el proyecto. • Toda maquinaria, vehículo u otros motores de combustión interna que se evidencie con emisiones altas de humo, deberá ser retirada inmediatamente del área. • No está permitido que durante la ejecución de las obras del proyecto, el Constructor queme a cielo abierto desperdicios, llantas, plásticos, vegetación u otros materiales. • Dotar y exigir el uso, donde sea aplicable, de mascarillas y gafas de protección a los obreros. 	
Cambios en la calidad del agua	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar la práctica de arrojar materiales de bote y otros escombros a los cuerpos de agua: ríos, quebradas y reservorios localizados en el área de influencia del proyecto. • Mantener limpio de escombros y materiales de desecho en las cunetas y alcantarillas. • Recuperar y tratar inmediatamente todo afluyente compuesto por lubricantes, combustibles y otros 	

	<p>químicos accidentalmente regados sobre la vía, para evitar la contaminación del agua y también del suelo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En áreas de campamentos, patios de maquinarias, sitios de acopio de combustibles y otros, se deberán construir letrinas, pozos sépticos, baterías sanitarias fijas y móviles, trampas de grasas y otras adecuaciones para evitar contaminación de cuerpos hídricos. 	
Aumento en riesgos de enfermedades	<ul style="list-style-type: none"> • La Constructora debe emitir charlas de salud preventiva a su personal • Realizar chequeos médicos periódicamente • Debe coordinar visitas de brigadas médicas para su personal • Debe disponer de botiquines , medicinas y equipos de primeros auxilios • Dotar al personal obrero de toda la indumentaria y equipo de seguridad personal, principalmente cascos, protectores de oídos, mascarillas, gafas de protección, entre otros. 	
Incremento del riesgo de accidentes	<ul style="list-style-type: none"> • Emitir regularmente charlas a su personal sobre seguridad industrial y laboral • Dotar y controlar el uso adecuado del equipo de seguridad personal (Cascos, chalecos, mascarillas, gafas de protección y otros). • Disponer de normas y reglamentos de seguridad para el personal en las áreas de trabajo. • Implementar y mantener una adecuada señalización preventiva e informativa móvil y fija en todos los sitios de trabajo. 	<p>Controlar la velocidad de los vehículos.</p> <p>Señalizar la vía.</p>
IMPACTOS POSITIVOS		

Turismo	<ul style="list-style-type: none"> • . Promover y dar seguridad a los turistas • Generar fuentes de Trabajo 	<p>Promover y dar seguridad a los turistas que reconoce la importancia del turismo en el Parque Nacional por: los recursos naturales y paisajísticos.</p> <p>Generar fuentes de trabajo.</p> <p>Demanda servicios a la zona</p>
---------	---	---

Cuadro 4.16 - Estudio de Impacto Ambiental del Parque Nacional Cotopaxi - IAD Consultores CIA.LTDA – Quito, 2011

4.7 Alineamiento horizontal y vertical.

El alineamiento horizontal tuvo que acomodarse a las condiciones topográficas existentes. Durante el proceso de diseño de la vía de acceso al parque, se utilizó la vía existente, para no afectar el entorno, el ensanchamiento se realizó en la mayoría de los casos a un solo lado.

El diseño del alineamiento vertical se lo ha hecho tomando en consideración la normativa vigente, sin embargo, en algunos casos, por las dificultades del terreno, no se puede aplicar totalmente la normativa y, se ha recurrido al criterio técnico de los autores del trabajo. Sobre el perfil longitudinal del terreno, dibujado en escala 1:1.000 y con los perfiles transversales, se realizó el reajuste del proyecto vertical.

En los cuadros siguientes se presenta en detalle la geometría de las curvas horizontales y un resumen de las curvas verticales.

4.7.1 Curvas horizontales

PI No.	LE	LC	R	Dirección	Alfa			PC o TE	EC	CE	PT o ET
1		108.672	350	I	17	44	13.85	0+086.307			0+194.978
2		90.082	153	I	33	38	28.924	0+285.783			0+375.866
3		89.893	388	D	13	17	0.25399	0+447.936			0+537.828
4	7.5	16.847	15	D	92	59	52.35	0+681.148	0+648.190	0+665.037	0+672.537
5		48.428	210	D	13	12	46.72	0+681.604			0+730.032
6		21.948	1500	D	0	50	18.004	0+988.998			1+010.945
7		73.562	45.348	I	92	56	34.9826	1+073.913			1+147.474
8	35		104.612	I	19	10	9.97	1+150.360	1+185.360	1+185.360	1+220.360
9	45		127.843	I	20	10	4	1+297.806	1+342.806	1+342.806	1+387.806
10		49.586	400	D	7	6	9.4638	1+409.524			1+459.110
11		49.932	405	D	7	3	50.012	1+560.406			1+610.337
12		40.523	130	D	17	51	35.004	1+704.796			1+745.318
13	50		122.525	I	23	22	52.63	1+774.210	1+824.210	1+824.210	1+874.210
14		45.1	785	I	3	17	30.3355	2+025.661			2+070.761
15		42.946	250	D	9	50	32.9565	2+113.921			2+156.867
16		39.932	835	D	2	44	24.1174	2+205.283			2+245.215
17		231.921	800	I	16	36	36.3253	2+332.119			2+564.040
18	45	35.227	160	I	29	37	28.54	2+613.602	2+663.602	2+698.830	2+743.830
19	45		151.695	D	16	59	47.88	2+752.765	2+797.765	2+797.765	2+842.765
20	55		162.01	I	19	27	4.01	2+846.986	2+901.986	2+901.986	2+956.986
21	45		8.709	D	29	3	53.29	3+037.711	3+082.711	3+082.711	3+127.711
22	45		77.918	I	33	5	23.74	3+171.360	3+216.360	3+216.360	3+261.360
23	30	56.015	48	D	120	40	23.34	3+289.437	3+319.437	3+375.452	3+405.452
24	25		192.846	I	7	25	39.64	3+418.721	3+443.721	3+443.721	3+468.721
25	45		387.677	I	6	39	2.39	3+524.235	3+569.235	3+569.235	3+614.235
26		43.565	25	I	99	50	38.2073	3+627.409			3+670.974
27	35		99.728	D	20	6	29.93	3+672.787	3+707.787	3+707.787	3+742.787
28	25		92.338	I	15	30	44.99	3+751.515	3+776.515	3+776.515	3+801.515
29	35		180.053	D	11	8	15.25	3+803.483	3+838.483	3+838.483	3+873.483
30	45		87.552	D	29	26	55.81	3+957.558	4+002.558	4+002.558	4+047.558
31	55		114.052	I	27	37	48.55	4+053.215	4+108.215	4+108.215	4+163.215
32	45		289.725	I	8	53	56.95	4+188.140	4+233.140	4+233.140	4+278.140
33	65		204.394	D	18	13	14.82	4+293.603	4+358.603	4+358.603	4+423.603
34	70		366.52	D	10	56	33.63	4+424.002	4+494.002	4+494.002	4+564.002
35		40.062	175	I	13	6	59.388	4+793.313			4+833.375
36		51.258	140	D	20	58	39.6965	4+882.610			4+933.868
37	30		51.071	I	33	39	23.74	5+035.829	5+065.829	5+065.829	5+095.829
38	20		65.375	D	17	31	41.86	5+104.408	5+124.408	5+124.408	5+144.408

PI No.	LE	LC	R	Dirección	Alfha		PC o TE	EC	CE	PT o ET
39	25		45.823	D	31	15	32.36	5+185.339	5+210.339	5+235.339
40	25		93.475	D	15	19	25.95	5+237.361	5+262.361	5+287.361
41		14.247	65	L	12	33	31.6113	5+290.281		5+304.528
42		76.265	320	D	13	39	18.8271	5+753.558		5+829.824
43		46.965	1550	L	1	44	9.8039	6+020.012		6+066.976
44		24.331	2000	D	0	41	49.3126	6+171.960		6+196.291
45	35		236.987	D	8	27	42.74	7+316.986	7+351.986	7+386.986
46	35		108.139	I	18	32	39.37	7+387.652	7+422.652	7+457.652
47	55		212.876	I	14	48	11.83	7+458.504	7+513.504	7+568.504
48		40.396	360	D	6	25	45.1592	7+661.979		7+702.375
49		42.267	80	I	30	16	18.5785	7+743.054		7+785.321
50	15		34.356	D	25	0	56.03	7+844.967	7+859.967	7+874.967
51	25		90.07	I	15	54	10.96	7+880.178	7+905.178	7+930.178
52		41.372	450	I	5	16	3.6932	8+042.183		8+083.555
53		41.784	200	D	11	58	12.4222	8+134.198		8+175.982
54		63.803	200	I	18	16	41.8749	8+213.776		8+277.579
55		40.363	160	D	14	27	13.5262	8+326.954		8+367.316
56		50.674	460	D	6	18	42.239	8+477.492		8+528.166
57		20.759	300	D	3	57	53.0097	8+591.071		8+611.830
58		19.26	200	I	5	31	3.6251	8+633.820		8+653.080
59		52.097	1100	D	2	42	48.8478	8+734.956		8+787.053
60		49.588	800	I	3	33	5.3912	8+898.919		8+948.407
61		55.486	800	D	3	58	26.054	9+021.568		9+077.054
62		31.893	300	I	6	5	27.7455	9+174.502		9+206.395
63		34.742	150	D	13	16	13.8684	9+245.334		9+280.076
64		70.92	350	I	11	36	34.9652	9+366.007		9+436.927
65		51.554	3000	D	0	59	4.6172	9+519.551		9+571.106
66		62.462	400	D	8	56	49.0365	9+687.210		9+749.672
67		159.221	380	I	24	0	25.5549	9+831.627		9+990.848
68	40		93.258	D	24	34	30.15	10+051.076	10+091.075	10+131.075
69	30		23.981	I	71	40	36.7	10+138.101	10+168.101	10+198.101
70	75		71.82	D	59	49	56.19	10+202.942	10+277.942	10+352.942
71		42.914	200	D	12	17	38.7301	10+431.918		10+474.832
72		44.605	250	I	10	13	21.36	10+515.590		10+560.194
73	45	82.689	200	I	36	34	48.94	10+615.074	10+660.074	10+787.763

PI No.	LE	LC	R	Dirección	Alfha			PC o TE	EC	CE	PT o ET
74	50		83.101	D	34	28	24.85	10+791.577	10+841.577	10+841.577	10+891.577
75	35		48.749	D	41	8	11.94	10+961.282	10+996.282	10+996.282	11+031.282
76	35		25.943	I	77	17	55.91	11+110.637	11+145.637	11+145.637	11+180.637
77		51.922	380	I	7	49	43.4396	11+260.282			11+312.204
78		57.161	200	D	16	22	31.1496	11+362.908			11+420.069
79	30		20.045	I	91	45	0.23	11+550.559	11+580.559	11+580.559	11+610.559
80	45		48.682	D	52	57	43.88	11+692.668	11+737.668	11+737.668	11+782.668
81	50		26.68	D	99	53	13.58	11+825.463	11+875.463	11+875.463	11+925.463
82		167.149	500	D	19	9	14.0998	11+986.393			12+153.542
83	25		298.58	D	4	47	50.47	12+388.630	12+413.630	12+413.630	12+438.630
84	45		63.308	I	39	28	44.19	12+440.924	12+485.924	12+485.924	12+530.924
85	45		98.978	I	26	2	57.86	12+549.277	12+594.277	12+594.277	12+639.277
86	35		263.701	D	7	36	16.75	12+651.905	12+686.905	12+686.905	12+721.905
87	35		248.997	I	8	3	13.42	12+736.935	12+771.935	12+771.935	12+806.935
88	20		86.451	D	13	15	18.26	12+897.817	12+917.817	12+917.817	12+937.817
89	35		53.02	I	37	49	22.47	12+940.593	12+975.593	12+975.593	13+010.593
90	20		138.194	I	8	17	31.52	13+022.296	13+042.296	13+042.296	13+062.296
91	35		456.781	D	4	23	24.66	13+066.909	13+101.909	13+101.909	13+136.909
92	40		121.444	D	18	52	17.39	13+157.605	13+197.605	13+197.605	13+237.605
93	30		64.402	I	26	41	22.63	13+242.371	13+272.371	13+272.371	13+302.371
94		33.296	20	D	95	23	8.0605	13+349.947			13+383.243
95	30	56.272	35	I	141	13	46.8	13+430.400	13+460.400	13+516.672	13+546.672
96	30	29.28	60	I	56	36	28.82	13+547.593	13+577.593	13+606.873	13+636.873
97	45		76.325	D	33	46	50.45	13+661.181	13+706.181	13+706.181	13+751.181
98	35		310.369	I	6	27	40.3	13+759.644	13+794.644	13+794.644	13+829.644
99	50		299.864	D	9	33	13.1	13+865.668	13+915.668	13+915.668	13+965.668
100	35	13.556	18	D	154	33	36.2	13+992.555	14+027.555	14+041.112	14+076.112
101		42.204	220	I	10	59	28.9426	14+273.578			14+321.782
102	45	89.646	420	I	18	22	5.74	14+423.915	14+468.915	14+558.561	14+603.561
103	35		112.168	I	177	52	41.43	14+612.503	14+647.503	14+647.503	14+682.503
104	60		107.848	D	31	52	32.54	14+689.566	14+749.566	14+749.566	14+809.566
105		41.999	550	I	4	22	30.7683	14+839.730			14+881.729
106		41.329	360	D	6	34	39.6493	14+933.526			14+974.855
107		40.681	800	I	2	54	48.7819	15+032.846			15+073.527
108		54.873	540	D	5	49	19.7565	15+240.878			15+295.750
109		34.401	30	D	65	42	1.3189	15+473.771			15+508.172
110		45.681	220	D	11	53	48.7176	15+555.775			15+601.434
111	35	8.728	18	I	139	11	31.41	15+703.974	15+738.974	15+747.702	15+782.702

PI No.	LE	LC	R	Dirección	Alfha		PC o TE	EC	CE	PT o ET
112	30		95.757	D	17	57	1.16	15+905.303	15+935.303	15+965.303
113	30		54.994	D	31	15	20.78	15+967.235	15+997.235	16+027.235
114	65		192.529	D	19	20	37.24	16+102.675	16+167.675	16+232.675
115	55		135.729	D	23	13	2.61	16+235.037	16+290.037	16+345.037
116	25		71.005	I	20	10	23.66	16+379.868	16+404.868	16+429.868
117	35		85.877	I	23	21	5.21	16+477.170	16+512.170	16+547.170
118	40		209.447	I	10	56	32.24	16+565.413	16+605.413	16+645.413
119	35	8.391	35	I	71	1	55.86	16+725.896	16+760.896	16+804.288
120	70		133.536	D	30	2	4.84	16+823.502	16+893.502	16+963.502
121	40		251.663	I	9	6	24.28	17+009.895	17+049.895	17+089.895
122	40		73.23	D	31	17	47.38	17+092.028	17+132.028	17+172.028
123	45		175.66	D	14	40	40.32	17+219.868	17+264.868	17+309.868
124	25		341.871	I	4	11	23.52	17+407.443	17+432.443	17+457.443
125	30		120.509	D	14	15	48.23	17+460.072	17+490.072	17+520.072
126	20		184.337	I	6	12	59.07	17+522.626	17+542.626	17+562.626
127		64.125	1050	I	3	29	56.88	17+586.647		17+650.772
128	70	128.412	250	I	45	28	21.46	17+739.813	17+809.813	18+008.225
129	45		153.914	D	16	45	5.74	18+023.871	18+068.871	18+113.871
130	65		307.133	I	12	7	32.75	18+126.519	18+191.519	18+256.519
131	45		455.785	D	5	39	24.68	18+322.816	18+367.816	18+412.816
132	60		357.589	D	9	36	49.26	18+425.320	18+485.320	18+545.320
133		34.989	450	D	4	27	17.5739	18+612.756		18+647.744
134		50.294	450	I	6	24	13.227	18+707.282		18+757.576
135	75	98.234	850	I	11	40	37.85	18+905.660	18+980.660	19+078.895
136	55	68.959	250	D	28	24	33.87	19+526.916	19+581.916	19+705.875
137		16.719	10100	I	0	5	41.4458	19+834.201		19+850.921
138		115.162	5500	D	1	11	58.9028	20+063.395		20+179.098
139	35		1394.287	I	1	26	177.75	20+301.185	20+336.185	20+371.185
140	45	85.044	300	D	24	50	11.45	20+390.647	20+435.647	20+520.691
141	30		81.584	I	21	4	7.29	20+778.488	20+808.488	20+838.488
142	35		133.586	D	15	0	42.11	20+842.628	20+877.628	20+912.628
143	60		202.17	D	17	0	15.35	21+024.778	21+084.778	21+144.778
144	60		123.058	I	27	56	9.91	21+178.885	21+238.885	21+298.885
145	35	29.846	65	D	57	9	34.71	21+344.661	21+379.661	21+444.506
146	45	42.777	160	D	31	25	58.37	21+462.941	21+507.941	21+550.718
147	35		242.039	I	8	17	6.83	21+679.111	21+714.111	21+749.111
148	30		458.171	D	3	45	5.76	21+756.755	21+786.755	21+816.755
149		65.977	900	D	4	12	0.9161	21+910.412		21+976.389

PI No.	LE	LC	R	Dirección	Alfha			PC o TE	EC	CE	PT o ET
150	30		70.297	I	24	27	6.35	22+037.201	22+067.201	22+067.201	22+097.201
151	30		56.616	D	30	21	35.96	22+097.861	22+127.861	22+127.861	22+157.861
152	40		238.377	I	9	36	51.47	22+247.686	22+287.686	22+287.686	22+327.686
153	30		37.802	I	45	28	13.09	22+359.705	22+389.705	22+389.705	22+419.705
154	25		42.089	D	34	1	32.18	22+420.289	22+445.289	22+445.289	22+470.289
155	35		72.326	I	27	43	35.61	22+497.328	22+532.328	22+532.328	22+567.328
156	35		122.632	I	16	21	9.31	22+593.328	22+628.328	22+628.328	22+663.328
157	25		208.015	D	6	53	9.71	22+694.612	22+719.612	22+719.612	22+744.612
158	30		204.767	I	8	23	39.46	22+748.651	22+778.651	22+778.651	22+808.651
159	30		148.906	I	11	32	36.13	22+817.678	22+847.678	22+847.678	22+877.678
160	35		372.126	D	5	23	20.08	22+927.017	22+962.017	22+962.017	22+997.017
161	30		79.017	I	21	45	11.98	23+016.297	23+046.297	23+046.297	23+076.297
162	40		79.356	D	28	52	48.79	23+086.359	23+126.359	23+126.359	23+166.359
163	40		111.702	D	20	31	2.51	23+236.989	23+276.989	23+276.989	23+316.989
164	30		105.619	D	16	16	27.14	23+330.445	23+360.445	23+360.445	23+390.445
165	25		158.844	I	9	1	3.49	23+394.226	23+419.226	23+419.226	23+444.226
166	30		68.468	D	25	6	17.55	23+454.139	23+484.139	23+484.139	23+514.139
167	30		71.08	D	24	10	56.45	23+527.706	23+557.706	23+557.706	23+587.706
168	30		154.375	I	11	8	3.95	23+593.490	23+623.490	23+623.490	23+653.490
169	35	7.971	18	D	136	46	51.25	23+674.824	23+709.824	23+717.795	23+752.795
170	20		21.296	I	53	48	32.66	23+755.695	23+775.695	23+775.695	23+795.695
171	30		34.327	I	50	4	26.99	23+804.722	23+834.722	23+834.722	23+864.722
172	45		97.751	I	26	22	34.25	23+872.850	23+917.850	23+917.850	23+962.850
173	25		311.474	D	4	35	55.52	23+968.483	23+993.483	23+993.483	24+018.483
174	50		88.802	I	32	15	37.86	24+064.417	24+114.417	24+114.417	24+164.417
175	50		84.768	D	33	47	44.58	24+238.186	24+288.186	24+288.186	24+338.186
176	30	3.151	18	D	105	31	20.41	24+485.242	24+515.242	24+518.393	24+548.393
177	30		65.138	I	26	23	16.79	24+597.015	24+627.015	24+627.015	24+657.015
178	35		28.565	I	70	12	11.86	24+660.547	24+695.547	24+695.547	24+730.547
179	25		49.587	I	28	53	10.47	24+733.990	24+758.990	24+758.990	24+783.990
180	45		81.383	I	31	40	52.78	24+825.082	24+870.082	24+870.082	24+915.082
181	25		52.051	I	27	31	7.9	24+918.958	24+943.958	24+943.958	24+968.958
182	30		82.075	D	20	56	33.477	24+976.809	25+006.809	25+006.809	25+036.809
183	30		34.769	D	49	26	14.47	25+036.917	25+066.917	25+066.917	25+096.917
184	30		37.112	I	46	18	55.26	25+117.093	25+147.093	25+147.093	25+177.093
185	30		49.749	D	34	33	4.14	25+177.544	25+207.544	25+207.544	25+237.544
186	35		456.499	I	4	23	34.42	25+247.659	25+282.659	25+282.659	25+317.659
187	30		82.174	D	20	55	2.63	25+324.653	25+354.653	25+354.653	25+384.653

PI No.	LE	LC	R	Dirección	Alfha			PC o TE	EC	CE	PT o ET
188	40		37.272	I	61	29	19.04	25+428.725	25+468.725	25+468.725	25+508.725
189	40	77.191	40	D	167	51	51.52	25+515.726	25+555.726	25+632.917	25+672.917
190	35	119.498	65	I	136	11	9.89	25+704.302	25+739.302	25+858.800	25+893.800
191	30		68.632	I	25	2	40.7	25+902.131	25+932.131	25+932.131	25+962.131
192	30	25.359	45	D	70	29	8.25	26+048.087	26+078.087	26+103.446	26+133.446
193	40	32.586	50	I	83	29	11.69	26+232.212	26+272.212	26+305.068	26+345.068
194	40		335.102	D	6	50	21.12	26+364.378	26+404.378	26+404.378	26+444.378
195	40	9.514	60	D	47	16	56.77	26+511.619	26+551.619	26+561.133	26+601.133
196	25		98.294	I	14	34	20.92	26+698.610	26+723.610	26+723.610	26+748.610
197	20		79.427	D	14	25	37.92	26+751.031	26+771.031	26+771.031	26+791.031
198	25		133.824	I	10	42	12.83	26+796.445	26+821.445	26+821.445	26+846.445
199	40		89.291	D	25	40	1.54	26+856.649	26+896.649	26+896.649	26+936.649
200	30		74.278	I	23	8	28.11	26+964.104	26+994.104	26+994.104	27+024.104
201	15	25.137	20	D	114	59	7	27+038.073	27+053.073	27+078.211	27+093.211
202	15	23.785	20	I	111	6	36.45	27+108.931	27+123.931	27+147.716	27+162.716
203	30	47.617	35	D	127	3	40.24	27+270.178	27+300.178	27+347.795	27+377.795
204	20		35.59	I	32	11	50.89	27+403.162	27+423.162	27+423.162	27+443.162
205	25		115.571	D	12	23	38.74	27+543.714	27+568.714	27+568.714	27+593.714
206	30	37.194	30	I	128	19	48.99	27+626.275	27+656.275	27+693.468	27+723.468
207		67.204	30	D	128	21	3.2126	27+920.519			27+987.723
208		67.408	30	I	128	44	22.5047	28+185.616			28+253.024
209	30		166.06	D	10	21	3.27	28+298.884	28+328.884	28+328.884	28+358.884
210		45.062	20	D	129	5	30.5630	28+390.048			28+435.110
211		57.783	25	I	132	25	46.2491	28+534.851			28+592.635
212		62.026	25	D	142	9	12.8958	28+666.852			28+728.879
213	30	17.048	60	I	44	55	39.95	28+875.043	28+905.043	28+922.091	28+952.091
214	30		59.431	D	28	55	19.13	29+030.483	29+060.483	29+060.483	29+090.483
215	15	30.018	20	I	128	58	1.47	29+117.276	29+132.276	29+162.294	29+177.294
216	15	51.572	60	D	63	34	16.75	29+200.734	29+215.734	29+267.306	29+282.306

Cuadro 4.17 – Curvas Horizontales - Elaboración propia.

4.7.2 Curvas verticales

No. PI	Abscisas	Longitud CVL	Pendientes	Cota Proyecto
1	0+000.000	0		3,137.500m
2	0+241.249	100.000m	2.41%	3,143.301m
3	0+436.000	160.000m	-8.79%	3,126.180m
4	0+579.286	110.000m	7.20%	3,136.498m
5	0+750.520	110.000m	-2.73%	3,131.831m
6	0+884.331	60.000m	1.76%	3,134.181m
7	1+085.473	60.000m	-4.96%	3,124.201m
8	1+294.714	60.000m	-0.25%	3,123.686m
9	1+456.805	60.000m	1.03%	3,125.358m
10	1+565.141	70.000m	1.84%	3,127.345m
11	1+774.963	60.000m	2.89%	3,133.413m
12	1+890.000	90.000m	1.73%	3,135.405m
13	2+020.094	60.000m	3.88%	3,140.457m
14	2+345.259	60.000m	3.43%	3,151.624m
15	2+558.377	60.000m	3.14%	3,158.307m
16	2+694.371	80.000m	4.50%	3,158.307m
17	3+001.832	60.000m	1.23%	3,168.192m
18	3+115.000	60.000m	4.71%	3,173.518m
19	3+330.000	65.000m	0.00%	3,173.519m
20	3+640.414	110.000m	2.68%	3,181.837m
21	3+818.510	65.000m	7.96%	3,196.007m
22	4+025.968	60.000m	7.48%	3,211.529m
23	4+181.570	80.000m	3.59%	3,217.116m
24	4+275.820	60.000m	8.87%	3,225.473m
25	4+388.673	80.000m	4.86%	3,230.953m
26	4+562.576	60.000m	5.62%	3,230.953m
27	4+699.555	100.000m	2.09%	3,243.588m
28	4+803.012	70.000m	5.87%	3,249.656m
29	4+895.523	60.000m	9.11%	3,258.080m
30	4+985.611	80.000m	11.24%	3,268.202m
31	5+070.350	60.000m	10.55%	3,277.140m
32	5+192.642	120.000m	5.86%	3,284.301m
33	5+317.578	80.000m	10.04%	3,296.850m
34	5+613.480	60.000m	2.84%	3,305.248m
35	5+732.821	120.000m	3.92%	3,309.927m

36	5+910.673	70.000m	1.61%	3,312.798m
37	6+124.171	60.000m	3.12%	3,319.453m
38	6+282.890	60.000m	2.63%	3,323.621m
39	6+360.312	60.000m	4.43%	3,327.051m
40	6+474.250	65.000m	1.59%	3,328.861m
41	6+557.028	65.000m	3.09%	3,331.417m
42	6+763.844	60.000m	2.28%	3,336.131m
43	7+026.397	60.000m	3.86%	3,346.262m
44	7+235.507	50.000m	4.57%	3,355.814m
45	7+292.847	40.000m	3.60%	3,357.879m
46	7+352.278	45.000m	5.59%	3,361.200m
47	7+414.001	60.000m	0.70%	3,361.631m
48	7+602.361	65.000m	4.88%	3,370.823m
49	7+691.270	40.000m	-0.82%	3,370.094m
50	7+768.571	45.000m	8.35%	3,376.545m
51	7+891.753	60.000m	4.34%	3,381.896m
52	7+984.000	60.000m	2.00%	3,383.740m
53	8+174.230	60.000m	4.64%	3,392.571m
54	8+263.803	45.000m	8.80%	3,400.454m
55	8+385.000	70.000m	4.66%	3,406.100m
56	8+454.000	60.000m	8.96%	3,412.280m
57	8+595.244	65.000m	4.24%	3,418.263m
58	8+894.671	60.000m	5.52%	3,434.786m
59	9+095.000	45.000m	5.06%	3,444.920m
60	9+179.000	40.000m	5.67%	3,449.680m
61	9+260.000	40.000m	4.69%	3,453.480m
62	9+525.140	50.000m	5.86%	3,469.028m
63	9+613.000	60.000m	5.03%	3,473.450m
64	9+766.401	40.000m	7.12%	3,484.377m
65	10+055.096	120.000m	6.12%	3,502.044m
66	10+183.454	75.000m	-5.03%	3,495.589m
67	10+317.000	110.000m	11.27%	3,510.645m
68	10+456.270	45.000m	2.88%	3,514.651m
69	10+506.566	50.000m	-4.17%	3,512.555m
70	10+609.960	100.000m	8.29%	3,521.122m
71	10+766.703	100.000m	0.97%	3,522.638m
72	10+955.991	90.000m	3.35%	3,528.980m

No. PI	Abscisas	Longitud CVL	Pendientes	Cota Proyecto
73	11+133.315	150.000m	6.72%	3,540.899m
74	11+311.523	55.000m	-3.77%	3,534.189m
75	11+384.459	70.000m	1.40%	3,535.208m
76	11+474.164	60.000m	-7.26%	3,528.695m
77	11+576.422	70.000m	-2.64%	3,525.998m
78	11+638.450	50.000m	-13.79%	3,517.442m
79	11+726.090	70.000m	-7.67%	3,510.716m
80	11+848.027	80.000m	0.13%	3,510.879m
81	12+148.994	70.000m	4.85%	3,526.336m
82	12+229.719	60.000m	7.17%	3,532.127m
83	12+348.444	100.000m	4.66%	3,537.655m
84	12+446.470	60.000m	6.55%	3,544.078m
85	12+633.123	80.000m	5.09%	3,553.572m
86	12+777.873	70.000m	3.08%	3,558.023m
87	12+923.796	45.000m	7.39%	3,568.800m
88	12+985.208	40.000m	1.53%	3,569.742m
89	13+041.000	40.000m	10.15%	3,575.406m
90	13+146.356	60.000m	2.16%	3,577.685m
91	13+267.390	80.000m	5.24%	3,584.024m
92	13+430.279	80.000m	-3.39%	3,578.504m
93	13+572.509	45.000m	-11.35%	3,562.357m
94	13+778.121	65.000m	-7.44%	3,544.683m
95	13+849.000	60.000m	1.22%	3,545.550m
96	14+021.896	60.000m	6.60%	3,556.953m
97	14+122.000	60.000m	8.93%	3,565.888m
98	14+274.000	90.000m	7.62%	3,577.475m
99	14+356.000	45.000m	10.19%	3,585.830m
100	14+555.940	40.000m	8.81%	3,603.447m
101	14+644.331	40.000m	8.17%	3,610.667m
102	14+743.335	80.000m	6.34%	3,616.944m
103	15+306.000	60.000m	8.16%	3,664.800m
104	15+434.501	65.000m	5.45%	3,671.798m
105	15+530.603	120.000m	9.15%	3,680.593m
106	15+659.375	60.000m	2.77%	3,684.165m
107	15+731.688	50.000m	4.33%	3,687.294m
108	15+788.013	50.000m	10.48%	3,693.195m
109	15+923.309	80.000m	6.30%	3,701.711m
110	16+023.522	50.000m	10.39%	3,712.125m

111	16+132.000	60.000m	5.51%	3,718.100m
112	16+220.447	65.000m	7.32%	3,724.574m
113	16+288.381	50.000m	8.75%	3,730.521m
114	16+422.000	55.000m	6.71%	3,739.485m
115	16+520.191	50.000m	8.74%	3,748.068m
116	16+608.471	45.000m	10.42%	3,757.270m
117	16+669.811	60.000m	7.92%	3,762.127m
118	16+763.385	50.000m	13.60%	3,774.852m
119	16+908.000	55.000m	7.43%	3,785.590m
120	17+022.000	50.000m	3.93%	3,790.070m
121	17+096.000	50.000m	5.95%	3,794.475m
122	17+226.720	55.000m	0.20%	3,794.734m
123	17+347.000	40.000m	4.44%	3,800.075m
124	17+441.023	60.000m	3.25%	3,803.128m
125	17+540.845	120.000m	8.55%	3,811.666m
126	17+778.000	45.000m	4.68%	3,822.755m
127	17+842.000	45.000m	5.56%	3,826.315m
128	17+913.000	60.000m	2.71%	3,828.240m
129	18+152.483	140.000m	6.35%	3,843.456m
130	18+373.000	100.000m	4.61%	3,853.620m
131	18+549.150	60.000m	3.51%	3,859.799m
132	18+690.847	55.000m	0.99%	3,861.199m
133	18+799.484	50.000m	-1.58%	3,859.482m
134	18+880.265	60.000m	-1.93%	3,857.926m
135	18+991.890	50.000m	-1.30%	3,856.470m
136	19+114.568	60.000m	-1.99%	3,854.028m
137	19+416.641	120.000m	-0.74%	3,851.797m
138	19+541.831	100.000m	-0.12%	3,851.649m
139	19+722.615	140.000m	0.61%	3,852.743m
140	20+210.350	110.000m	0.92%	3,857.244m
141	20+440.833	100.000m	0.30%	3,857.928m
142	20+789.124	120.000m	1.09%	3,861.717m
143	21+178.877	110.000m	-1.51%	3,855.824m
144	21+460.969	120.000m	-0.18%	3,855.327m
145	21+921.902	100.000m	3.32%	3,870.627m

No. PI	Abscisas	Longitud CVL	Pendientes	Cota Proyecto
146	22+091.936	80.000m	4.22%	3,877.793m
147	22+408.060	110.000m	3.68%	3,889.415m
148	22+522.832	100.000m	-0.41%	3,888.942m
149	22+637.702	75.000m	7.81%	3,897.910m
150	22+724.952	85.000m	1.98%	3,899.638m
151	22+891.757	80.000m	-2.32%	3,895.765m
152	23+007.923	80.000m	2.21%	3,898.327m
153	23+165.293	100.000m	4.65%	3,905.638m
154	23+383.728	65.000m	10.32%	3,928.185m
155	23+466.310	60.000m	10.66%	3,936.987m
156	23+569.964	40.000m	6.43%	3,943.656m
157	23+649.836	40.000m	7.87%	3,949.941m
158	23+918.790	80.000m	6.71%	3,967.979m
159	24+220.805	60.000m	8.78%	3,994.495m
160	24+295.276	45.000m	13.58%	4,004.608m
161	24+429.791	60.000m	8.50%	4,016.042m
162	24+571.878	65.000m	11.15%	4,031.878m
163	24+787.581	80.000m	8.36%	4,049.917m
164	24+886.301	60.000m	12.69%	4,062.447m
165	25+013.453	40.000m	5.35%	4,069.248m
166	25+084.166	100.000m	9.03%	4,075.630m
167	25+176.374	65.000m	12.76%	4,087.398m
168	25+448.701	80.000m	8.88%	4,111.593m
169	25+630.406	60.000m	13.01%	4,135.227m
170	25+777.574	60.000m	9.18%	4,148.735m
171	25+925.980	60.000m	11.98%	4,166.518m
172	26+093.078	65.000m	13.25%	4,188.650m
173	26+319.671	60.000m	13.81%	4,219.944m
174	26+463.381	45.000m	12.38%	4,237.732m
175	26+613.468	40.000m	12.03%	4,255.790m
176	26+706.570	40.000m	13.09%	4,267.972m
177	26+854.272	45.000m	12.64%	4,286.641m
178	26+930.058	40.000m	8.12%	4,292.795m
179	27+011.769	40.000m	13.05%	4,303.455m
180	27+345.182	60.000m	11.46%	4,341.656m
181	27+617.354	60.000m	4.47%	4,368.642m

No. PI	Abcisas	Longitud CVL	Pendientes	Cota Proyecto
182	27+775.110	65.000m	14.38%	4,391.330m
183	28+014.568	60.000m	13.30%	4,423.189m
184	28+117.027	60.000m	12.33%	4,435.823m
185	28+253.544	60.000m	13.53%	4,454.288m
186	28+371.988	45.000m	13.40%	4,470.158m
187	28+539.913	65.000m	14.01%	4,493.692m
188	28+636.664	60.000m	13.99%	4,507.226m
189	28+757.181	60.000m	14.77%	4,525.029m
190	28+845.970	65.000m	14.56%	4,537.957m
191	29+001.618	40.000m	15.51%	4,562.095m
192	29+112.184	40.000m	15.11%	4,578.797m
193	29+242.355	60.000m	16.27%	4,599.972m

Cuadro 4.18 – Curvas Verticales - Elaboración propia

4.8 Señalización

El proyecto de señalización está coordinado con el diseño geométrico y se desarrolla en una vía de sección constante con dos carriles de circulación de 3.00 metros y un carril de ciclo vía bidireccional a un lado de la vía, con topografía montañosa, con gradientes máximas del 16%, y con características geométricas que corresponden a la categoría de diseño, con curvas enlazadas por tangentes que permiten el rebasamiento y aseguran un tráfico fluido en distintas condiciones de visibilidad, acordes con la velocidad de circulación. El acceso desde la vía Panamericana será por un carril exclusivo en el carril con dirección a Quito, y se tiene una longitud de 29.3 km.

Se ha diseñado una cantidad suficiente de elementos y recursos para proveer un adecuado nivel de seguridad a los conductores que utilizarán a futuro la autovía.

Se ha tratado de ajustar los diseños y especificaciones a las normas que se utilizan en Ecuador para mantener la uniformidad dentro de la red vial nacional y local.

4.8.1 Dispositivos de control de tráfico.

Los dispositivos de control de tráfico están constituidos por las señales verticales, señales horizontales y por los semáforos. Estos dispositivos tienen como funciones básicas:

- Informar al conductor de las condiciones que reúne aquello que le rodea.
- Informar al conductor para que sepa dónde está, cual es el mejor camino para alcanzar su destino o cuando ha llegado a él.
- Regular el uso de la vía en cada momento.
- Avisar los posibles peligros que pueda encontrar el conductor.
- Aconsejar en qué forma debe conducirse para sacar el mejor partido posible del vehículo y de la vía, sin sobrepasar los límites de seguridad.
- Informar al conductor de los servicios adicionales que se encuentran a lo largo de la ruta.

Dentro de las características de estos dispositivos están la uniformidad, lo que asegura la correcta interpretación de los mismos.

Este criterio se aplica también al diseño y se apega a las normas que a continuación se indican:

- 1) Las inscripciones que llevan las señales deberán ser uniformes en cuanto se refiere a su texto, forma y color. Es importante mantener los estándares de las señales actualmente instaladas, ya que una variación en los diseños provocaría confusión a los usuarios.
- 2) Conviene emplear el menor número de señales y nunca deberá recargarse la atención del conductor.

- 3) En caso de duda, deberá instalarse la señal que imponga una menor restricción.
- 4) Es mejor que repetir la señal de peligro el incluir una señal complementaria de regulación. De esta manera por el mismo costo se da una mayor información.
- 5) En cada poste deberá colocarse una sola señal y nunca bajo ningún concepto se colocarán más de dos. Sin embargo bajo cada señal se puede colocar una placa auxiliar indicando restricción de velocidad, distancia al peligro o su significado escrito.
- 6) Para la separación de la ciclovía se implementaran bordillos montables con el fin de salvaguardar la seguridad de los usuarios, frente a un posible riesgo de invasión de carril por parte de los vehículos motorizados.

Para el diseño del sistema de señalización se han tomado los estándares y recomendaciones del último Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN RTE 004 “Señalización Vial” Parte 1: Señalización Vertical y Parte 2 Señalización.

En los Anexos se encuentran los planos de señalización que detalla todo el diseño utilizado en el proyecto.

4.9 Movimiento de tierras.

El diseño del movimiento de tierras tiene por objeto determinar el volumen y el balance de los materiales que será necesario remover y que intervienen en la ejecución de las obras de terracería.

Para la clasificación del movimiento de tierras se tomó en consideración las recomendaciones dadas por el estudio geológico.

Para el cálculo de volúmenes se utilizó la topografía a escala 1:1.000, las secciones transversales típicas de la vía; estos valores fueron procesados en computadora mediante la utilización de software de topografía y vías, con los que se realizó el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras.

Los parámetros utilizados para el cálculo son:

- Sección transversal
- Perfiles transversales del terreno obtenidos de la topografía
- Proyecto horizontal
- Proyecto vertical
- Sobre ancho en curvas
- Peraltes de acuerdo a lo requerido por el radio de las curvas
- Giros del peralte en el eje

- Talud de corte variable
- Talud de relleno 1,5 H:1,0 V

4.9.1 Metodología de cálculo del movimiento de tierras.

Los resultados obtenidos del cálculo del movimiento de tierras se lo hizo por medio de secciones transversales tomadas cada 20 metros de longitud.

Se elaboró un cuadro donde se presenta en forma resumida el resultado del cálculo de volúmenes, en el que consta la abscisa, el corte, el volumen de depósito, el sitio del depósito, la distancia media de transporte y el transporte.

Con el resultado de estos análisis, se elaboró la distribución de volúmenes mediante compensaciones en la curva de masas, con lo que se obtuvo la distribución y destino de los materiales excavados, tanto a lo largo de la obra estudiada, como en las áreas seleccionadas para la formación de las zonas de préstamo.

El estudio de Impactos Ambientales determinó la ubicación de las zonas de depósito, de acuerdo con curva de masas no es necesario sitios de depósito ya que el material excavado se utilizara para el relleno.

En el Cuadro 4.19 se presenta un resumen del movimiento de tierras.

Resumen del Movimiento de Tierras.

<u>Abscisa</u>	<u>Corte m3</u>	<u>Relleno m3</u>	<u>Bote m3</u>
0+000 - 1+000	2078,49	314,7	1763,79
1+000 - 2+000	1589,7	472,33	1117,37
2+000 - 3+000	1692,9	409,03	1283,87
3+000 - 4+000	2848,76	12635,73	-9786,97
4+000 - 5+000	3819,28	39,65	3779,63
5+000 - 6+000	4168,76	29,63	4139,13
6+000 - 7+000	2776,39	8,05	2768,34
7+000 - 8+000	2067,92	239,54	1828,38
8+000 - 9+000	2325,24	66,4	2258,84
9+000 - 10+000	2484,83	31,26	2453,57
10+000 - 11+000	4231,76	164,65	4067,11
11+000 - 12+000	2482,14	4037,45	-1555,31
12+000 - 13+000	3085,42	503,25	2582,17
13+000 - 14+000	17285,62	454,07	16831,55
14+000 - 15+000	6118,31	76,98	6041,33
15+000 - 16+000	3430,64	195,14	3235,5
16+000 - 17+000	4624,64	2071,05	2553,59
17+000 - 18+000	4381,11	1333,67	3047,44
18+000 - 19+000	3041,85	325,15	2716,7
19+000 - 20+000	1822,55	82,55	1740
20+000 - 21+000	1661,25	316,68	1344,57
21+000 - 22+000	2269,79	731,06	1538,73
22+000 - 23+000	2494,59	562,25	1932,34
23+000 - 24+000	3636,58	329,46	3307,12
24+000 - 25+000	2611,04	1514,47	1096,57
25+000 - 26+000	10044,84	713,75	9331,09
26+000 - 27+000	6726,37	3162,46	3563,91
27+000 - 28+000	4234,35	3070	1164,35
28+000 - 29+000	10432,16	6445,98	3986,18
29+000 - 29+245	9161,8	207,08	8954,72
	129629,08	40543,47	89085,61

Cuadro 4.19 – Elaboración propia

4.10 Costos del proyecto.

4.10.1 Costos de Construcción.

Una vez realizado el diseño geométrico de la ruta seleccionada se establecieron las cantidades de obra y precios unitarios para posteriormente obtener un costo estimativo de la construcción del proyecto.

El costo presupuestado prevé obras necesarias para la reconstrucción y/o mejoramiento del acceso actual al Cotopaxi de 29,3 km de longitud, mejorando en ciertas partes el diseño y construcción especialmente de drenajes y alcantarillas en toda la longitud de la vía.

Es una vía de 2 carriles de 3 m de ancho, con capa de rodadura de pavimento flexible de 7,5 cm de espesor de asfalto elaborado en planta en frío, se ha previsto 1 ciclovía bidireccional de 2.5 m y cunetas de hormigón de 0,70 m.

4.10.2 Costos de Mantenimiento.

Las actividades de mantenimiento son necesarias para la conservación y mejoramiento de las vías, tienen el objetivo de:

- Conservar la inversión realizada en la construcción.
- Brindar adecuados niveles de seguridad y comodidad a los usuarios de la vía.
- Conservar el parque automotor.
- Mejorar las vías existentes mediante inversiones menores.

Las actividades de mantenimiento vial se definen según el tipo de superficie de rodadura y consideran actividades conocidas como mantenimiento rutinario y como actividades de mantenimiento periódico.

Los trabajos de *mantenimiento rutinario* son los que se requieren para conservar en buen estado la calzada, mantener el drenaje expedito, las condiciones del derecho de vía especialmente los espaldones y taludes suficientemente limpios para que se mantengan las condiciones de seguridad, la señalización en buen estado, las estructuras como puentes que se encuentren limpios y sus obras de protección y adicionales completas.

Estas actividades son indispensables para todo tipo de vía y no dependen del volumen de tráfico y más bien tienen relación con las condiciones climáticas de la zona por la que atraviesa la carretera.

En cambio las actividades de mantenimiento periódico tienen relación con aquellos trabajos que son necesarios realizar cada cierto período con la finalidad de restituir las características viales que fueron puestas en servicio una vez que se concluyó la construcción. A diferencia del mantenimiento rutinario, el mantenimiento periódico está en función del nivel de cargas de tráfico y del tipo de superficie de rodadura, los dos tipos de mantenimiento son independientes pero no excluyentes el uno del otro.

En el siguiente cuadro se especifica los costos y cantidades de construcción además de mantenimiento de la vía al Parque Nacional Cotopaxi.

4.10.3 Presupuesto estimado de construcción.

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario US \$	PRECIO TOTAL US \$
OBRAS PRELIMINARES					
301 - 2.02 (2)	Remoción de edificaciones, casas y otras construcciones	M2	87.00	79.73	6,936.51
301 - 2.04 (2)	Remoción de señales de tránsito y postes de guía	U	10.00	49.87	498.70
301 - 2.05	Remoción de cercas y guardacaminos	M	1,500.00	1.40	2,100.00
301 - 2.06 (4)	Reconstrucción de cercas de alambre de púas	M	1,500.00	6.13	9,195.00
302 - 1	Desbroce, desbosque y limpieza.	HA	14.00	651.60	9,122.40
					27,852.61
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
303 - 2	Excavación	M3	129,023.88	2.69	347,074.24
308 - 4 (1)	Limpieza de derrumbes	M3	9,947.09	1.61	16,014.81
309 - 2 (2)	Transporte de material de excavación (transporte libre 500 m)	M3-KM	74,349.90	0.27	20,074.47
					383,163.53
CALZADA					
308 - 2 (1)	Acabado de la obra básica existente	M2	351,000.00	0.37	129,870.00
404 - 1	Base, Clase 2	M3	49,262.20	17.82	877,852.40
405 - 1 (3)	Asfalto emulsificado SS-1, SS-1h, CSS-1 o CSS-1h	Lt	304,148.00	0.67	203,779.16
405 - 1 (2)	Arena para protección y secado	M3	912.44	16.81	15,338.12
405 - 5 (E)	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta y en frío de 7.50 cm de espesor	M2	19,740.38	12.70	250,702.76
					1,477,542.44
DRENAJE MENOR					
301 (3) 1	Remoción de estructuras de hormigón - cajones existentes de agua potable	M3	4.55	6.64	30.21
307 - 2 (1) a	Excavación y relleno para estructuras - alcantarillas	M3	10,306.90	4.52	46,587.19
307 - 2 (1) b	Excavación y relleno para estructuras - cajones de agua potable	M3	24.00	4.52	108.48
307 - 3 (1) a	Excavación para cunetas y encauzamientos - encauzamientos hacia alcantarillas	M3	300.00	1.65	495.00
307 - 3 (1) b	Excavación para cunetas y encauzamientos - cunetas laterales y zanjas	M3	17,022.50	1.75	29,789.38
307 - 3 (1) c	Excavación para cunetas y encauzamientos - subdrenes o zanjas drenantes	M3	15,800.00	1.65	26,070.00
503 (2)	Hormigón estructural de cemento Portland, Clase B, f'c = 240 Kg/cm ² - cabezales, muros de ala y cajones alcantarillas	M3	712.70	162.27	115,649.83
503 (6) E	Hormigón no estructural de cemento Portland, Clase E, f'c = 180 Kg/cm ² - cajones de agua potable	M3	3.64	129.46	471.23
503 (6) E	Hormigón no estructural de cemento Portland, Clase E, f'c = 180 Kg/cm ² - replantillos	M3	80.00	129.46	10,356.80
503 (5)	Hormigón Ciclópeo (60% hormigón + 40% piedra) - salidas alcantarillas	M3	25.00	105.35	2,633.75

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario US \$	PRECIO TOTAL US \$
504 (1)	Acero de refuerzo en barras, fy = 4 200 Kg/cm ²	KG	47,332.00	2.01	95,137.32
508 (3)	Gaviones	M3	50.00	56.09	2,804.50
511 - 1 (1)	Escollera de piedra suelta - pedraplén	M3	150.00	14.73	2,209.50
503 (6) E	Hormigón no estructural de cemento Portland, Clase E, f'c = 180 Kg/cm ² - revestimiento encauzamientos	M3	171.00	129.46	22,137.66
503 (6) E	Hormigón no estructural de cemento Portland, Clase E, f'c = 180 Kg/cm ² - revestimiento para cunetas laterales	M3	7,311.25	129.46	946,514.43
602 - (2A) a	Tubería de acero corrugado, Ø = 1 200 mm, e = 2.0 mm, CAL 14	M	1,129.00	228.30	257,750.70
602 - (2A) b	Tubería de acero corrugado, Ø = 1 500 mm, e = 2.5 mm, CAL 12	M	42.00	330.80	13,893.60
602 - (2A) c	Tubería de acero corrugado, Ø = 2 000 mm, e = 2.5 mm, CAL 12	M	55.00	577.16	31,743.80
606 - 1 (2)	Material filtrante - Clase2 para subdrenes o zanjas drenantes	M3	11,850.00	18.57	220,054.50
606 - 1 (1b)	Geotextil para subdrén o zanja drenante - NT, 3.50 m ² /m	M2	55,300.00	2.38	131,614.00
606 - 1 (1a)	Tubería para subdrenes - PVC Ø = 200 mm descarga de subdrenes	M	1,620.00	22.22	35,996.40
AP - 01 a E	Tubería PVC, Ø = 3'' - reposición de tubería de agua	M	12.00	11.00	132.00
AP - 01 b E	Tubería PVC, Ø = 2'' - reposición de tubería de agua	M	12.00	6.44	77.28
AP - 02 a E	Unión PVC, Ø = 3'' - accesorios para reposición uniones	U	1.00	2.86	2.86
AP - 02 b E	Unión PVC, Ø = 2'' - accesorios para reposición uniones	U	1.00	1.79	1.79
AP - 03 a E	Válvula PVC, Ø = 3'' - reposición válvula	U	1.00	84.77	84.77
AP - 03 b E	Válvula PVC, Ø = 2'' - reposición válvula	U	1.00	20.66	20.66
AP - 04 a E	T PVC, Ø = 3'' - reposición T	U	1.00	9.64	9.64
AP - 04 b E	T PVC, Ø = 2'' - reposición T	U	1.00	2.76	2.76
AP - 05 a E	Reducción PVC de Ø = 3'' a Ø = 2'' - reposición de reducción	U	2.00	3.06	6.12
AP - 05 b E	Reducción PVC de Ø = 2'' a Ø = 1'' - reposición de reducción	U	2.00	2.34	4.68
					1,992,390.83
DRENAJE MAYOR					
MR - 199 E	Excavación, encauzamiento y limpieza del cauce	M3	1,200.00	5.82	6,984.00
					6,984.00
ESTRUCTURAS - Puente CUTUCHI, L = 40 m - Infraestructura (Estribos)					
307-2 (2)	Excavación y relleno para estructuras (Estribos)	M3	320.32	4.52	1,447.85
503 (2)	Hormigón estructural de cemento Portland, Clase B, f'c = 280 Kg/cm ²	M3	388.96	185.46	72,136.52
503 (6) E	Hormigón no estructural de cemento Portland, Clase E, f'c = 180 Kg/cm ² - replantillos	M3	11.44	129.46	1,481.02
504 (1)	Acero de refuerzo en barras, fy = 4200 kg/cm ²	KG	32,658.60	2.01	65,643.79
503 - 5.03 e	Apoyo de Neopreno, Tipo STUP, Dureza SHORE 60	U	8.00	289.86	2,318.88
606 - 1 (2)	Material filtrante - Clase2 para subdrenes o zanjas drenantes	M3	242.76	18.57	4,508.05
607 - (1) E	Tubo de PVC, Ø = 110 mm para drenaje	M	30.55	11.30	345.22
					147,881.32

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario US \$	PRECIO TOTAL US \$
ESTRUCTURAS - Puente CUTUCHI, L = 40 m - Superestructura					
405 - 4	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en sitio de 5.00 cm de espesor	M2	541.60	9.62	5,210.19
503 (2) a	Hormigón de cemento portland, clase B, f'c=280Kg/cm2 (Losa)	M3	116.80	185.46	21,661.73
503 (2) b	Hormigón de cemento portland, clase B, f'c=280Kg/cm2 (Vigas)	M3	110.43	185.46	20,480.35
503 (2) c	Hormigón de cemento portland, clase B, f'c=280Kg/cm2 (Diafragmas)	M3	31.72	185.46	5,882.79
503 (2) d	Hormigón de cemento portland, clase B, f'c=280Kg/cm2 (Protecciones)	M3	13.27	185.46	2,461.05
504 (1)	Acero de refuerzo en barras, fy = 4200 kg/cm2	KG	42,480.53	2.01	85,385.87
503 - 5.01	Junta de dilatación Tipo III MOP	M	58.40	1.80	105.12
607 - (1) E	Tubo de PVC, Ø = 110 mm para drenaje	M	11.15	11.30	126.00
					141,313.09
IMPACTO AMBIENTAL					
205 - (1)	Agua para control de polvo	MIL LT	8,000.00	1.18	9,440.00
220 - (1)	Charlas de concientización	cada una	5.00	279.66	1,398.30
220 - (5)	Comunicados Radiales	cada una	500.00	7.84	3,920.00
220 - (6) E	Comunicados de Prensa Escrita	cada una	20.00	435.82	8,716.40
201 - (1) a E	Letrina Sanitaria (base 1.20 * 1.20)	U	6.00	677.35	4,064.10
201 - (1) b E	Trampa de Grasas y Aceites (1.0 * 1.5 * 0.9) m	U	8.00	952.28	7,618.24
201 - (1) c E	Batería sanitaria para campamento principal (Letrina - duchas)	U	2.00	1,361.46	2,722.92
201 - (1) d E	Pozo Séptico (2.50 * 1.50 * 1.85)	U	2.00	2,029.28	4,058.56
212 - 01	Rellenos sanitarios (Fosa de confinamiento de desechos biodegradables - 1.80 * 1.10 * 0.90 m)	U	25.00	300.08	7,502.00
217 - (1) a E	Muestras de emisión de gases	U	80.00	61.42	4,913.60
217 - (1) b E	Muestra de ruido	U	100.00	48.35	4,835.00
215 - (1) E	Muestra de calidad de agua	U	80.00	19.60	1,568.00
229 - (1) a E	Indemnización de terrenos	M2	42,489.00	2.00	84,978.00
229 - (1) c E	Indemnización de estructuras mixtas	M2	52.00	100.00	5,200.00
229 - (1) d E	Indemnización de cultivos - bosques	HA	2.13	2,999.99	6,401.98
					157,337.10

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario US \$	PRECIO TOTAL US \$
SEÑALIZACIÓN - Horizontal					
705-(1) a	Marcas de pavimento (pintura): Línea de división de carril de circulación (variable x 0.15m) blanca o amarilla	M	5,681.94	0.63	3,579.62
705-(1) b	Marcas de pavimento (pintura): Línea de barrera doble amarilla	M	3,169.49	1.14	3,613.22
705-(1) c	Marcas de pavimento (pintura): Línea de borde de carril (variable x 0.15m) blanca	M	17,156.78	0.63	10,808.77
705-(1) d	Marcas de pavimento (pintura): Línea de borde de carril (variable x 0.15m) amarillo	M	17,163.67	0.63	10,813.11
705-(1) e	Marcas de pavimento (pintura): Paso cebra (variable x 0.40 x 3.0m) blanca	M	72.00	1.79	128.88
705-(3) a	Marcas de pavimento (flechas): Flecha unidireccional	U	17.00	6.14	104.38
705-(3) b	Marcas de pavimento (flechas): Flecha frente + viraje izquierdo o derecho	U	4.00	7.50	30.00
					29,077.98
SEÑALIZACIÓN - Vertical					
708-5(1) a	Señales al lado de la carretera: Placa regulatoria de PARE (octoigonal inscrito 0.75x0.75m)	U	1.00	112.71	112.71
708-5(1) b	Señales al lado de la carretera: Placa regulatoria de CEDA EL PASO (triangular 0.75m)	U	5.00	96.68	483.40
708-5(1) c	Señales al lado de la carretera: Placa restrictiva de VELOCIDAD MÁXIMA (0.75 x0.75m)	U	3.00	104.62	313.86
708-5(1) d	Señales al lado de la carretera: Placa preventiva - varias (0.75 x 0.75m)	U	30.00	104.62	3,138.60
708-5(1) e	Señales al lado de la carretera: Placa Indicadora RÓTULO (0.45 x 0.60m)	U	62.00	67.37	4,176.94
					8,225.51
SEÑALIZACIÓN - Varios					
SÑ - 01 b	Señalización Ferrocarril	GBL	1.00	15,000.00	15,000.00
					15,000.00
Total				USD\$	4,386,768.42

Cuadro 4.20

4.10.4 Costos de Mantenimiento vial.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RUTINARIO ANUAL POR KILÓMETRO						
Actividad	DESCRIPCION	POLÍTICA DE MANTENIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD/KM	PU	PRECIO TOTAL/KM
LIMPIEZA						
	Limpieza de cunetas a mano	2 veces por año, 40% longitud, ocupadas el 50%	m3	98,00	4,37	428,26
	Limpieza de alcantarillas	2 veces por año, 20% del volumen de alcantarillas, ocupadas el 10%, incluye quebrada Agualongo	m3	56,55	14,55	822,79
	Limpieza de encauzamientos a maquina	una vez por año, long. 40 m. en cada cauce, ancho promedio 10 m. y 2 m. profundidad	m3	54,71	0,9	49,24
	Roza a mano	1 vez por año el borde de vía un ancho de 5 m a cada lado (20% de area a limpiar)	ha	0,20	1679,77	335,95
CALZADA						
BACHEO MENOR	Bachado con mezcla asfaltica en frio	4 veces por año, 3 baches de 0,3*0,3*0,75 m/ km	m3	0,81	138,03	111,80
PUENTES						
PUENTES	Mantenimiento puentes	una vez por año el puente Cutuchi	M	1,37	200	273,55
SEÑALIZACION						
Horizontal Y Vertical	(25% curvas) blanca	una vez por año	ml	16,41	0,38	6,24
	Línea lateral continua a=12 cm.	una vez por año	ml	2.000,00	0,38	760,00
	Marcas sobresalidas de pavimento color blanco (unidireccionales)	reemplazar 20% elementos por año	U	3,00	2,78	8,34
	Marcas sobresalidas de pavimento color rojo (bidireccionales)	reemplazar 20% elementos por año	U	5,00	3,21	16,05
	Señalización vertical informativa y preventiva	reemplazar 20% elementos por año	U	2,00	121,58	243,16
	Guardacaminos	reemplazar 10% elementos por año	ml	1,00	181,6	181,60
PRESUPUESTO TOTAL DE MANTENIMIENTO RUTINARIO POR AÑO (USD \$/KM/AÑO)						3.236,98

Cuadro 4.21

MANTENIMIENTO PERIÓDICO CADA 5 AÑOS SELLO DE FISURAS SUPERFICIALES					
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PU	PRECIO TOTAL/KM
MR-112	Sellado de fisuras superficiales	m	200,00	0,36	72,00
PRESUPUESTO TOTAL DE MANTENIMIENTO PERIODICO EN AÑO 10 (USD \$/KM)					72,00
MANTENIMIENTO PERIODICO A LOS 10 AÑOS, APLICACIÓN DE SELLO DE MORTERO ASFÁLTICO (SLURRY SEAL)					
RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PU	PRECIO TOTAL/KM
405-7.1	capa de sello de mortero asfáltico (slurry seal)	m2	9.000,00	1,65	14.850,00
MR-112	Sellado de fisuras superficiales	m	500,00	0,36	180,00
PRESUPUESTO TOTAL DE MANTENIMIENTO PERIODICO EN AÑO 10 (USD \$/KM)					15.030,00

Cuadro 4.22

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los estudios realizados en este proyecto tienen el carácter de preliminares, cumpliendo con los requisitos establecidos en las normas de diseño geométrico.

Para el diseño, se han combinado los elementos de la geometría en planta con los elementos de la geometría vertical de la vía, analizando la utilidad de la vía, tomando en cuenta las consecuencias que traerá la combinación de ambos alineamientos en el uso, seguridad y aspecto final que presentará el proyecto una vez construido.

En el estudio de movimiento de tierras se obtuvo como resultado una gran cantidad de material de desalojo, por lo que recomendamos utilizar parte de este mismo para la conformación de plataformas que sirvan de descanso o zonas de esparcimiento como miradores con puntos de hidratación para los usuarios de la ciclo vía.

- Un sitio propicio para ubicar un elemento como este es en la abscisa 23+000, desde este punto empieza el ascenso y es el tramo final hasta el parqueadero del parque.
- Una estación de hidratación y esparcimiento en la abscisa 11+680 en donde se encuentra la Quebrada Agualongo sería ideal ya que al rellenar y conformar las plataformas estaríamos también mejorando el estado de la quebrada.

5.1 Alineamiento horizontal.

A pesar de que la zona presenta una topografía ondulada – montañosa, las Normas admiten para esta clase de camino radios mínimos de 15m siempre que se trate de mejorar el camino existente, en el diseño geométrico del proyecto existen tangentes prolongadas seguidas por curvas de retorno donde los usuarios alcanzan velocidades altas, por lo que se decidió diseñar estas curvas con un radio mínimo de 20 m.

El alineamiento horizontal tuvo que acomodarse a las condiciones topográficas existentes que controlan y limitan el diseño del proyecto, ya que se utilizó la topografía de la vía existente.

En el caso de vía existente y con el propósito de utilizarla, el ensanchamiento se realizó en la mayoría de los casos a un solo lado.

Durante el proceso de diseño de la vía mencionada, se dio especial atención a la solución del cruce del Río Cutuchi en donde se propone que se realice un estudio para dotar a la vía de una estructura que permita el cruce del río.

5.2 Alineamiento vertical.

Al considerar las características topográficas del terreno, se diseñaron las gradientes longitudinales, tratando de evitar cortes y rellenos excesivos; en casos especiales como a partir de la abscisa 25+800, fue necesario diseñar cortes altos con la finalidad de mejorar las características del proyecto reduciendo las pendientes originales de la vía existente que sobrepasaban el 18%, a pendientes que permitirán razonables velocidades de circulación y facilitaran la operación de los vehículos.

Una condición principal en la que se ha basado el diseño vertical es que la vía preste servicio en cualquier época del año, con bajo costo de construcción y de mantenimiento.

El nivel de la rasante ha sido diseñado en tal forma que el proyecto use en lo posible la plataforma del terreno existente.

Una vez analizados los cuadros presentados y los diferentes parámetros del Diseño vial, se pueden establecer las normas de Diseño adoptadas, las mismas que se resumen de la siguiente manera:

Tipo de Terreno	Ondulado: Abscisas 0+000 hasta 23+000 Montañoso: Abscisas 23+000 hasta 29+300
Velocidad	25 - 40 KPH (Los limites se indican en los planos y están coordinados con la señalización vertical y horizontal)
Pendiente Máxima	16 %
Radio Mínimo	Desde 20 a 45 m.
Peralte Máximo	8%

5.3 Comparación económica.

Se realiza una comparación económica entre la opción “Sin Proyecto” con la alternativa propuesta que es “Con Proyecto”.

La matriz de costos anuales para la alternativa Sin Proyecto tiene un costo de construcción nulo, en cambio tiene costos anuales de mantenimiento de la vía existente que son los siguientes:

RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PU	PRECIO ANUAL
	Limpieza de derrumbes	m3	5000	1.61	8050
	Agua para control de polvo	MIL LT	8000	1.18	9440
	Lastre conformación y compactación en vía equipo pesado (provisión y colocación)	m3	10237.5	12.41	127 047.375
TOTAL					144 537.375

La situación “Con Proyecto” como ya se mencionó, es la reconstrucción y/o mejoramiento del acceso actual al Cotopaxi con características mejoradas de diseño en sus 29,3 km.

Según lo calculado en los costos de mantenimiento en el Cuadro 4.21 y 4.22 se calculan valores de mantenimiento viales de:

Anuales de 94 843,53 USD.

Cada 5 años de 2 109,6 USD.

Cada 10 años de 440 379 USD.

Para la comparación económica financiera es necesario analizar los costos de construcción, operación y mantenimiento “con y sin proyecto” de los vehículos que circulan por la vía en estudio.

En este proyecto no se tiene beneficios económicos tangibles, lo que existen son beneficios sociales, ambientales y recreacionales, por lo tanto, la comparación se remite a la determinación de que alternativa “con proyecto o sin proyecto” reduce los gastos de operación vehicular, que esto, finalmente, se convierte en un beneficio económico. Como criterio de calificación se utilizaron las series de valores actuales netos (VAN) que provoca cada una de las dos rutas.

Costos de Operación.

En la siguiente tabla se exponen los costos de operación para vehículos, livianos, buses y camiones, en condiciones sin proyecto (vía con grava) y con proyecto (vía con carpeta asfáltica). Con estos valores se va obtener el valor del beneficio en cada una de las condiciones viales.

Costos de Operación Vehicular

Tipo de Vehículo	Costo sin Proyecto (Grava) Usd/vehi*KM	Costo con Proyecto (C.Asfáltica) Usd/Vehi*KM
Livianos	0.392	0.214
Buses	0.619	0.35
Camiones	0.792	0.43

Datos del **MTOP - Departamento de Factibilidad Económica - Julio 2012**

Con estos datos se obtienen los Costos Anuales (CA) del proyecto con la siguiente formula:

CA = Costos de Operación x TPDA x Longitud del proyecto x 365 días.

Se debe tomarse en cuenta que los camiones circulan hasta la abscisa 3+500 en la que está la última mina de cascajo, por lo que se divide el proyecto en dos tramos.

Costo Anual sin Proyecto (Grava) Tramo 1 (0+000 - 3+500)				
Año	Costo Anual por Tipo de Vehiculo			Costo Anual
	Liviano	Buses	Pesados	
1	185.288,60	30.049,36	319.722,48	535.060,44
TPDA	370,00	38,00	316,00	
2	188.794,06	31.630,90	322.757,82	543.182,78
TPDA	377,00	40,00	319,00	
3	192.299,52	33.212,45	325.793,16	551.305,13
TPDA	384,00	42,00	322,00	
4	195.804,98	35.584,76	328.828,50	560.218,24
TPDA	391,00	45,00	325,00	
5	199.310,44	37.957,08	331.863,84	569.131,36
TPDA	398,00	48,00	328,00	
6	202.815,90	40.329,40	333.887,40	577.032,70
TPDA	405,00	51,00	330,00	
7	206.321,36	42.701,72	335.910,96	584.934,04
TPDA	412,00	54,00	332,00	
8	209.826,82	45.074,03	337.934,52	592.835,37
TPDA	419,00	57,00	334,00	
9	213.833,06	48.237,12	339.958,08	602.028,26
TPDA	427,00	61,00	336,00	
10	217.839,30	51.400,21	341.981,64	611.221,15
TPDA	435,00	65,00	338,00	
11	221.845,54	54.563,30	344.005,20	620.414,04
TPDA	443,00	69,00	340,00	
12	225.851,78	57.726,39	346.028,76	629.606,93
TPDA	451,00	73,00	342,00	
13	229.858,02	61.680,26	348.052,32	639.590,60
TPDA	459,00	78,00	344,00	
14	233.864,26	65.634,12	350.075,88	649.574,26
TPDA	467,00	83,00	346,00	
15	237.870,50	69.587,98	352.099,44	659.557,92
TPDA	475,00	88,00	348,00	
16	242.377,52	73.541,84	353.111,22	669.030,58
TPDA	484,00	93,00	349,00	
17	246.884,54	78.286,48	354.123,00	679.294,02
TPDA	493,00	99,00	350,00	
18	251.391,56	83.031,11	355.134,78	689.557,45
TPDA	502,00	105,00	351,00	
19	255.898,58	88.566,52	356.146,56	700.611,66
TPDA	511,00	112,00	352,00	
20	260.405,60	94.101,93	357.158,34	711.665,87
TPDA	520,00	119,00	353,00	

Costo Anual sin Proyecto (Grava) Tramo 2 (3+500 - 29+300)				
Año	Costo Anual por Tipo de Vehículo			Costo Anual
	Liviano	Buses	Pesados	
1	1.359.116,92	253.273,14	34.111,44	1.646.501,50
TPDA	322	38	4	
2	1.384.442,08	266.603,30	34.111,44	1.685.156,82
TPDA	328	40	4	
3	1.409.767,24	279.933,47	34.111,44	1.723.812,15
TPDA	334	42	4	
4	1.435.092,40	299.928,71	34.111,44	1.769.132,55
TPDA	340	45	4	
5	1.460.417,56	319.923,96	34.111,44	1.814.452,96
TPDA	346	48	4	
6	1.485.742,72	339.919,21	34.111,44	1.859.773,37
TPDA	352	51	4	
7	1.511.067,88	359.914,46	34.111,44	1.905.093,78
TPDA	358	54	4	
8	1.540.613,90	379.909,70	34.111,44	1.954.635,04
TPDA	365	57	4	
9	1.570.159,92	406.570,03	34.111,44	2.010.841,39
TPDA	372	61	4	
10	1.599.705,94	433.230,36	34.111,44	2.067.047,74
TPDA	379	65	4	
11	1.629.251,96	459.890,69	34.111,44	2.123.254,09
TPDA	386	69	4	
12	1.658.797,98	486.551,02	34.111,44	2.179.460,44
TPDA	393	73	4	
13	1.688.344,00	519.876,44	34.111,44	2.242.331,88
TPDA	400	78	4	
14	1.717.890,02	553.201,85	34.111,44	2.305.203,31
TPDA	407	83	4	
15	1.747.436,04	586.527,26	34.111,44	2.368.074,74
TPDA	414	88	4	
16	1.781.202,92	619.852,67	34.111,44	2.435.167,03
TPDA	422	93	4	
17	1.814.969,80	659.843,17	34.111,44	2.508.924,41
TPDA	430	99	4	
18	1.848.736,68	699.833,66	34.111,44	2.582.681,78
TPDA	438	105	4	
19	1.882.503,56	746.489,24	34.111,44	2.663.104,24
TPDA	446	112	4	
20	1.916.270,44	793.144,82	34.111,44	2.743.526,70
TPDA	454	119	4	

Costo Anual Con Proyecto (Asfaltado) Tramo 1 (0+000 - 3+500)				
Año	Costo Anual por Tipo de Vehículo			Costo Anual
	Liviano	Buses	Pesados	
1	101.152,45	16.990,75	173.586,70	291.729,90
TPDA	370,00	38,00	316,00	
2	103.066,15	17.885,00	175.234,68	296.185,82
TPDA	377,00	40,00	319,00	
3	104.979,84	18.779,25	176.882,65	300.641,74
TPDA	384,00	42,00	322,00	
4	106.893,54	20.120,63	178.530,63	305.544,79
TPDA	391,00	45,00	325,00	
5	108.807,23	21.462,00	180.178,60	310.447,83
TPDA	398,00	48,00	328,00	
6	110.720,93	22.803,38	181.277,25	314.801,55
TPDA	405,00	51,00	330,00	
7	112.634,62	24.144,75	182.375,90	319.155,27
TPDA	412,00	54,00	332,00	
8	114.548,32	25.486,13	183.474,55	323.508,99
TPDA	419,00	57,00	334,00	
9	116.735,40	27.274,63	184.573,20	328.583,22
TPDA	427,00	61,00	336,00	
10	118.922,48	29.063,13	185.671,85	333.657,45
TPDA	435,00	65,00	338,00	
11	121.109,56	30.851,63	186.770,50	338.731,68
TPDA	443,00	69,00	340,00	
12	123.296,64	32.640,13	187.869,15	343.805,91
TPDA	451,00	73,00	342,00	
13	125.483,72	34.875,75	188.967,80	349.327,27
TPDA	459,00	78,00	344,00	
14	127.670,80	37.111,38	190.066,45	354.848,62
TPDA	467,00	83,00	346,00	
15	129.857,88	39.347,00	191.165,10	360.369,98
TPDA	475,00	88,00	348,00	
16	132.318,34	41.582,63	191.714,43	365.615,39
TPDA	484,00	93,00	349,00	
17	134.778,81	44.265,38	192.263,75	371.307,93
TPDA	493,00	99,00	350,00	
18	137.239,27	46.948,13	192.813,08	377.000,47
TPDA	502,00	105,00	351,00	
19	139.699,74	50.078,00	193.362,40	383.140,14
TPDA	511,00	112,00	352,00	
20	142.160,20	53.207,88	193.911,73	389.279,80
TPDA	520,00	119,00	353,00	

Costo Anual con Proyecto (Asfaltado) Tramo 2 (3+500 - 29+300)				
Año	Costo Anual por Tipo de Vehiculo			Costo Anual
	Liviano	Buses	Pesados	
1	736.936,61	142.236,85	18.394,54	897.568,00
TPDA	322	38	4	
2	750.668,34	149.723,00	18.394,54	918.785,88
TPDA	328	40	4	
3	764.400,08	157.209,15	18.394,54	940.003,77
TPDA	334	42	4	
4	778.131,82	168.438,38	18.394,54	964.964,74
TPDA	340	45	4	
5	791.863,56	179.667,60	18.394,54	989.925,70
TPDA	346	48	4	
6	805.595,30	190.896,83	18.394,54	1.014.886,66
TPDA	352	51	4	
7	819.327,03	202.126,05	18.394,54	1.039.847,62
TPDA	358	54	4	
8	835.347,40	213.355,28	18.394,54	1.067.097,21
TPDA	365	57	4	
9	851.367,76	228.327,58	18.394,54	1.098.089,87
TPDA	372	61	4	
10	867.388,12	243.299,88	18.394,54	1.129.082,53
TPDA	379	65	4	
11	883.408,48	258.272,18	18.394,54	1.160.075,19
TPDA	386	69	4	
12	899.428,84	273.244,48	18.394,54	1.191.067,85
TPDA	393	73	4	
13	915.449,20	291.959,85	18.394,54	1.225.803,59
TPDA	400	78	4	
14	931.469,56	310.675,23	18.394,54	1.260.539,33
TPDA	407	83	4	
15	947.489,92	329.390,60	18.394,54	1.295.275,06
TPDA	414	88	4	
16	965.798,91	348.105,98	18.394,54	1.332.299,42
TPDA	422	93	4	
17	984.107,89	370.564,43	18.394,54	1.373.066,86
TPDA	430	99	4	
18	1.002.416,87	393.022,88	18.394,54	1.413.834,29
TPDA	438	105	4	
19	1.020.725,86	419.224,40	18.394,54	1.458.344,80
TPDA	446	112	4	
20	1.039.034,84	445.425,93	18.394,54	1.502.855,31
TPDA	454	119	4	

La diferencia entre los costos Anuales con proyecto y sin proyecto permite calcular cuál de las dos alternativas es la menos costosa y, por lo tanto tomar una decisión. En el caso de que la alternativa “con proyecto” sea la de menor costo, se considerará que ésta acarrea un beneficio económico, pues comparada con la alternativa “sin proyecto” provoca menores egresos.

Beneficio Anual Tramo 1 (0+000 - 3+500)			
Año	Costo anual sin Proyecto	Costo anual con Proyecto	Beneficio Anual
1	\$535.060,44	\$291.729,90	\$243.330,54
2	\$543.182,78	\$296.185,82	\$246.996,96
3	\$551.305,13	\$300.641,74	\$250.663,39
4	\$560.218,24	\$305.544,79	\$254.673,46
5	\$569.131,36	\$310.447,83	\$258.683,53
6	\$577.032,70	\$314.801,55	\$262.231,15
7	\$584.934,04	\$319.155,27	\$265.778,77
8	\$592.835,37	\$323.508,99	\$269.326,38
9	\$602.028,26	\$328.583,22	\$273.445,04
10	\$611.221,15	\$333.657,45	\$277.563,70
11	\$620.414,04	\$338.731,68	\$281.682,36
12	\$629.606,93	\$343.805,91	\$285.801,02
13	\$639.590,60	\$349.327,27	\$290.263,33
14	\$649.574,26	\$354.848,62	\$294.725,64
15	\$659.557,92	\$360.369,98	\$299.187,95
16	\$669.030,58	\$365.615,39	\$303.415,19
17	\$679.294,02	\$371.307,93	\$307.986,09
18	\$689.557,45	\$377.000,47	\$312.556,98
19	\$700.611,66	\$383.140,14	\$317.471,53
20	\$711.665,87	\$389.279,80	\$322.386,07

Beneficio Anual Tramo 2 (3+500 - 29+300)			
Año	Costo anual sin Proyecto	Costo anual con Proyecto	Beneficio Anual
1	\$1.646.501,50	\$897.568,00	\$748.933,50
2	\$1.685.156,82	\$918.785,88	\$766.370,94
3	\$1.723.812,15	\$940.003,77	\$783.808,37
4	\$1.769.132,55	\$964.964,74	\$804.167,82
5	\$1.814.452,96	\$989.925,70	\$824.527,26
6	\$1.859.773,37	\$1.014.886,66	\$844.886,71
7	\$1.905.093,78	\$1.039.847,62	\$865.246,15
8	\$1.954.635,04	\$1.067.097,21	\$887.537,83
9	\$2.010.841,39	\$1.098.089,87	\$912.751,52
10	\$2.067.047,74	\$1.129.082,53	\$937.965,21
11	\$2.123.254,09	\$1.160.075,19	\$963.178,90
12	\$2.179.460,44	\$1.191.067,85	\$988.392,59
13	\$2.242.331,88	\$1.225.803,59	\$1.016.528,29
14	\$2.305.203,31	\$1.260.539,33	\$1.044.663,98
15	\$2.368.074,74	\$1.295.275,06	\$1.072.799,68
16	\$2.435.167,03	\$1.332.299,42	\$1.102.867,61
17	\$2.508.924,41	\$1.373.066,86	\$1.135.857,55
18	\$2.582.681,78	\$1.413.834,29	\$1.168.847,49
19	\$2.663.104,24	\$1.458.344,80	\$1.204.759,44
20	\$2.743.526,70	\$1.502.855,31	\$1.240.671,39

A los beneficios se restan los costos de mantenimiento en un periodo de 20 años con un TPDA proyectado para obtener finalmente el valor del VAN (Valor actual neto).

Si el VAN > 0 El proyecto es factible.

Si el VAN < 0 El proyecto no es factible.

Tramo 1 (0+000 - 3+500)				
Año	TPDA dos direcciones	Mantenimiento	Beneficio	Flujo de Caja
0		\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 449.157,18
1	724	\$ 11.329,43	\$ 243.330,54	\$ 232.001,11
2	736	\$ 11.329,43	\$ 246.996,96	\$ 235.667,53
3	748	\$ 11.329,43	\$ 250.663,39	\$ 239.333,96
4	761	\$ 11.329,43	\$ 254.673,46	\$ 243.344,03
5	774	\$ 11.581,43	\$ 258.683,53	\$ 247.102,10
6	786	\$ 11.329,43	\$ 262.231,15	\$ 250.901,72
7	798	\$ 11.329,43	\$ 265.778,77	\$ 254.449,34
8	810	\$ 11.329,43	\$ 269.326,38	\$ 257.996,95
9	824	\$ 11.329,43	\$ 273.445,04	\$ 262.115,61
10	838	\$ 64.186,43	\$ 277.563,70	\$ 213.377,27
11	852	\$ 11.329,43	\$ 281.682,36	\$ 270.352,93
12	866	\$ 11.329,43	\$ 285.801,02	\$ 274.471,59
13	881	\$ 11.329,43	\$ 290.263,33	\$ 278.933,90
14	896	\$ 11.329,43	\$ 294.725,64	\$ 283.396,21
15	911	\$ 11.581,43	\$ 299.187,95	\$ 287.606,52
16	926	\$ 11.329,43	\$ 303.415,19	\$ 292.085,76
17	942	\$ 11.329,43	\$ 307.986,09	\$ 296.656,66
18	958	\$ 11.329,43	\$ 312.556,98	\$ 301.227,55
19	975	\$ 11.329,43	\$ 317.471,53	\$ 306.142,10
20	992	\$ 64.186,43	\$ 322.386,07	\$ 258.199,64
			VAN	\$ 1.435.675,84

Tramo 2 (3+500 - 29+300)				
Año	TPDA dos direcciones	Mantenimiento	Beneficio	Flujo de Caja
0		\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 3.862.751,70
1	364	\$ 83.514,08	\$ 748.933,50	\$ 665.419,42
2	372	\$ 83.514,08	\$ 766.370,94	\$ 682.856,85
3	380	\$ 83.514,08	\$ 783.808,37	\$ 700.294,29
4	389	\$ 83.514,08	\$ 804.167,82	\$ 720.653,73
5	398	\$ 85.371,68	\$ 824.527,26	\$ 739.155,58
6	407	\$ 83.514,08	\$ 844.886,71	\$ 761.372,62
7	416	\$ 83.514,08	\$ 865.246,15	\$ 781.732,07
8	426	\$ 83.514,08	\$ 887.537,83	\$ 804.023,75
9	437	\$ 83.514,08	\$ 912.751,52	\$ 829.237,44
10	448	\$ 473.145,68	\$ 937.965,21	\$ 464.819,53
11	459	\$ 83.514,08	\$ 963.178,90	\$ 879.664,82
12	470	\$ 83.514,08	\$ 988.392,59	\$ 904.878,50
13	482	\$ 83.514,08	\$ 1.016.528,29	\$ 933.014,20
14	494	\$ 83.514,08	\$ 1.044.663,98	\$ 961.149,90
15	506	\$ 85.371,68	\$ 1.072.799,68	\$ 987.427,99
16	519	\$ 83.514,08	\$ 1.102.867,61	\$ 1.019.353,53
17	533	\$ 83.514,08	\$ 1.135.857,55	\$ 1.052.343,47
18	547	\$ 83.514,08	\$ 1.168.847,49	\$ 1.085.333,41
19	562	\$ 83.514,08	\$ 1.204.759,44	\$ 1.121.245,36
20	577	\$ 473.145,68	\$ 1.240.671,39	\$ 767.525,71
			VAN	\$ 1.910.845,16

Al mejorar las condiciones actuales de la vía de acceso al Parque Nacional Cotopaxi se incrementará el número de turistas, además, de los beneficios por ahorro en costos de operación vehicular y ahorros en tiempos de viaje de los usuarios de la vía reconstruida justifican realizar la inversión en la vía propuesta en sus dos tramos.

5.4 Conclusiones finales.

Los Estudios e investigaciones realizados, permiten obtener resultados que son útiles para tomar las decisiones que mejor convienen para la construcción y posterior operación de la vía.

Una vez que se han analizado y estudiado las características de diseño geométrico del proyecto, se concluye que se ha escogido el corredor más apropiado ya que reúne las mejores características para el trazado vial.

La Ruta diseñada en los planos preliminares, es la que cumple en mejor forma los objetivos planteados y reúne los requisitos que satisfacen las necesidades de la zona a la cual se desea servir, además este corredor permitirá un desarrollo apropiado a las zonas aledañas al Parque Nacional Cotopaxi.

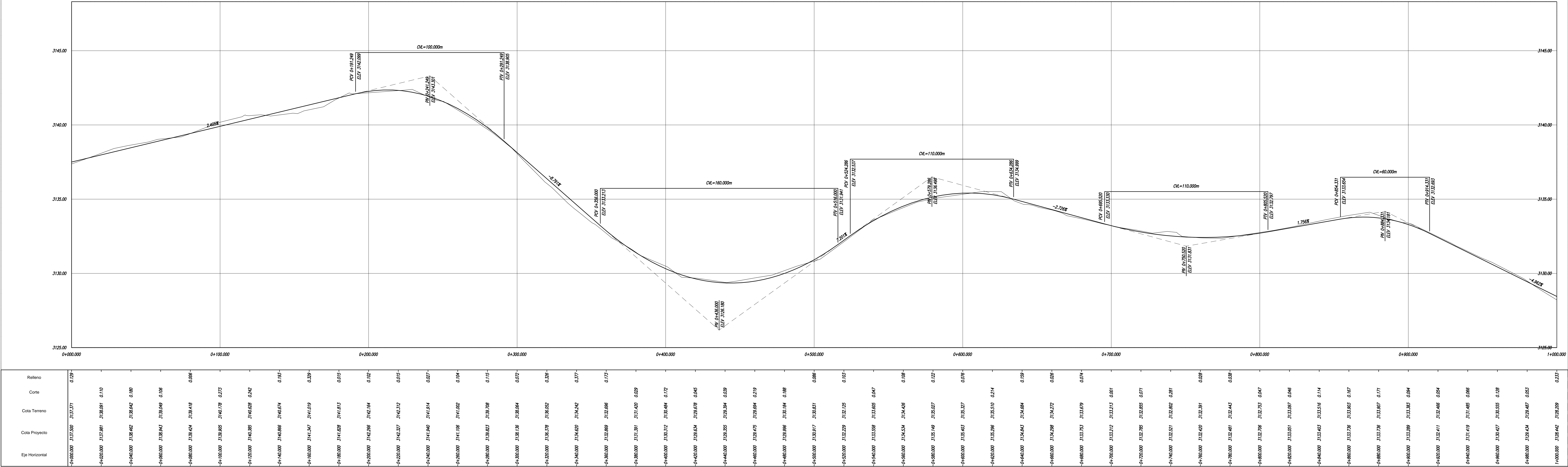
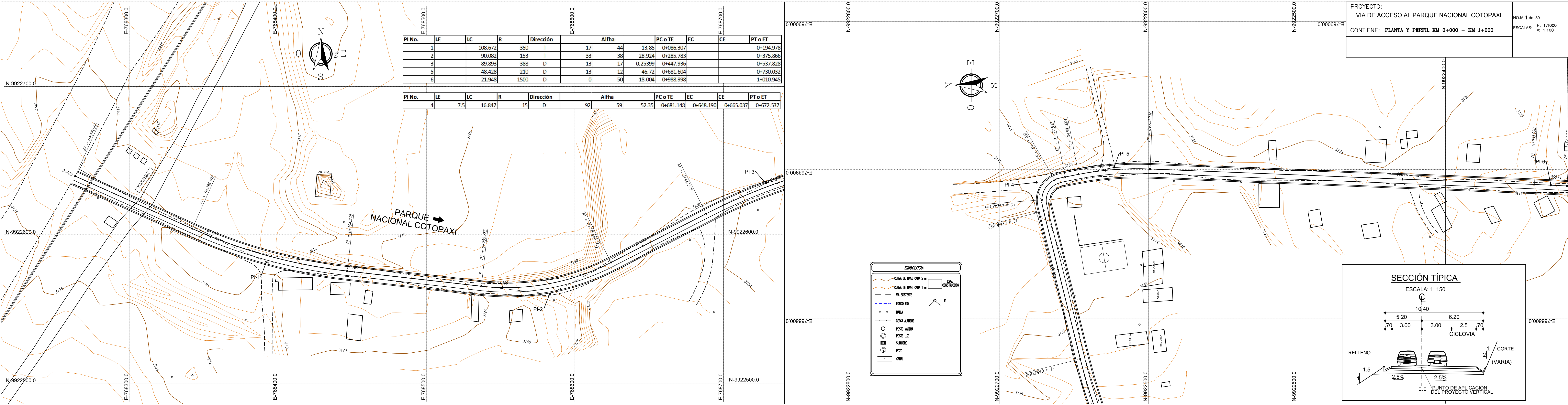
BIBLIOGRAFÍA:

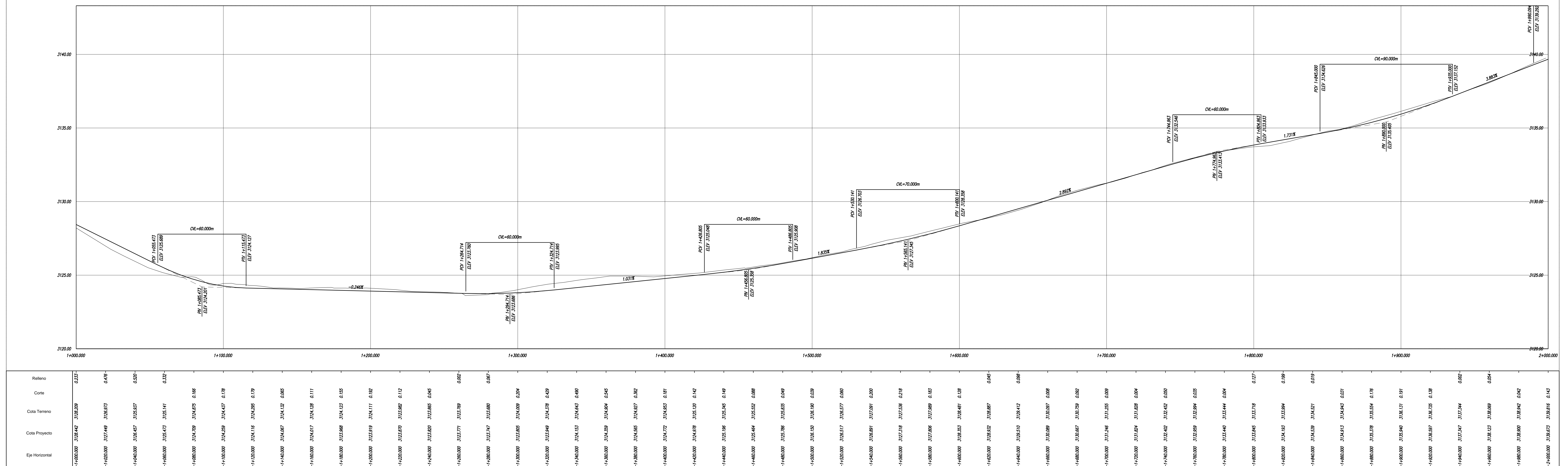
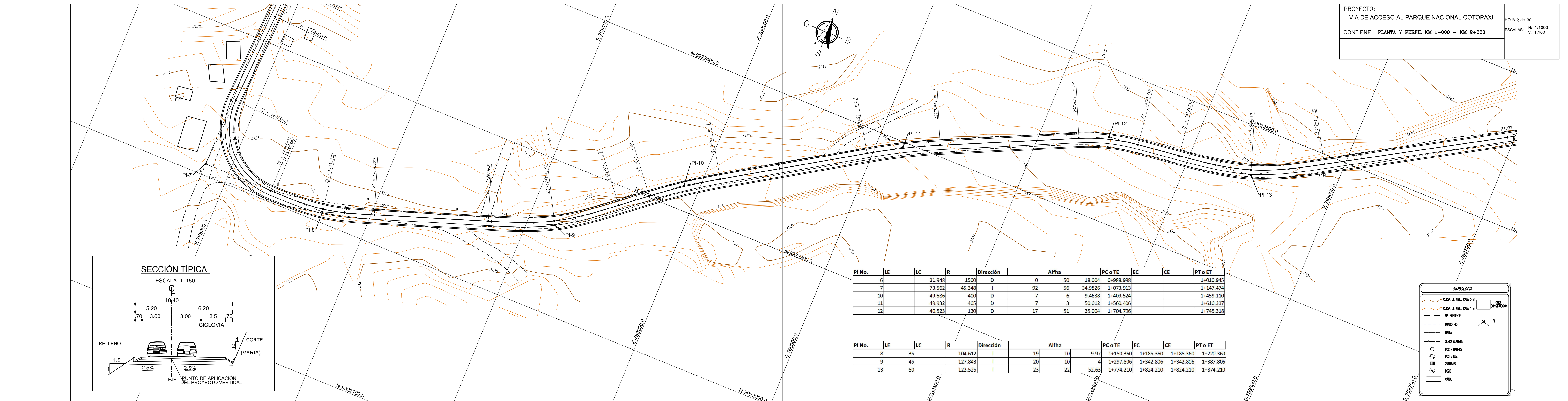
- A Policy on Geometric Design of Highways and streets, AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. Washington, D.C. ASSHTO, 1994.
- Programa Vial Nacional, MCLEOD, M y otros (1992). MOP. Quito.
- Especificaciones Generales para construcción de caminos y puentes, MOP, (2002). Departamento de Publicaciones. Quito.
- Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, MOP, (2003). Departamento de Publicaciones. Quito.
- Normas de Arquitectura y Urbanismo, MDMQ, (2002), Departamento de Publicaciones. Quito.
- Diseño Geométrico de Carreteras Cárdenas, James. (2002) ,1^a. Edición, Ediciones Ecoe, Bogota.
- Ingeniería de carreteras, MACGRAW, Hill, (2003), Volumen 1
- Ingeniería de carreteras, MACGRAW, Hill, (2004), Volumen 2
- Manual de Diseño Geométrico para carreteras, INSTITUTO NACIONAL DE VIAS Bogota: Ministerio de Transporte, 1998.
- Transportation Research Board, HIGHWAY CAPACITY MANUAL. 2000, Washington, D.C.
- Manual Uniform Traffic Control Devices, FEDERAL HUGHWAY ADMINISTRATION, Edition Milenium, 2000.

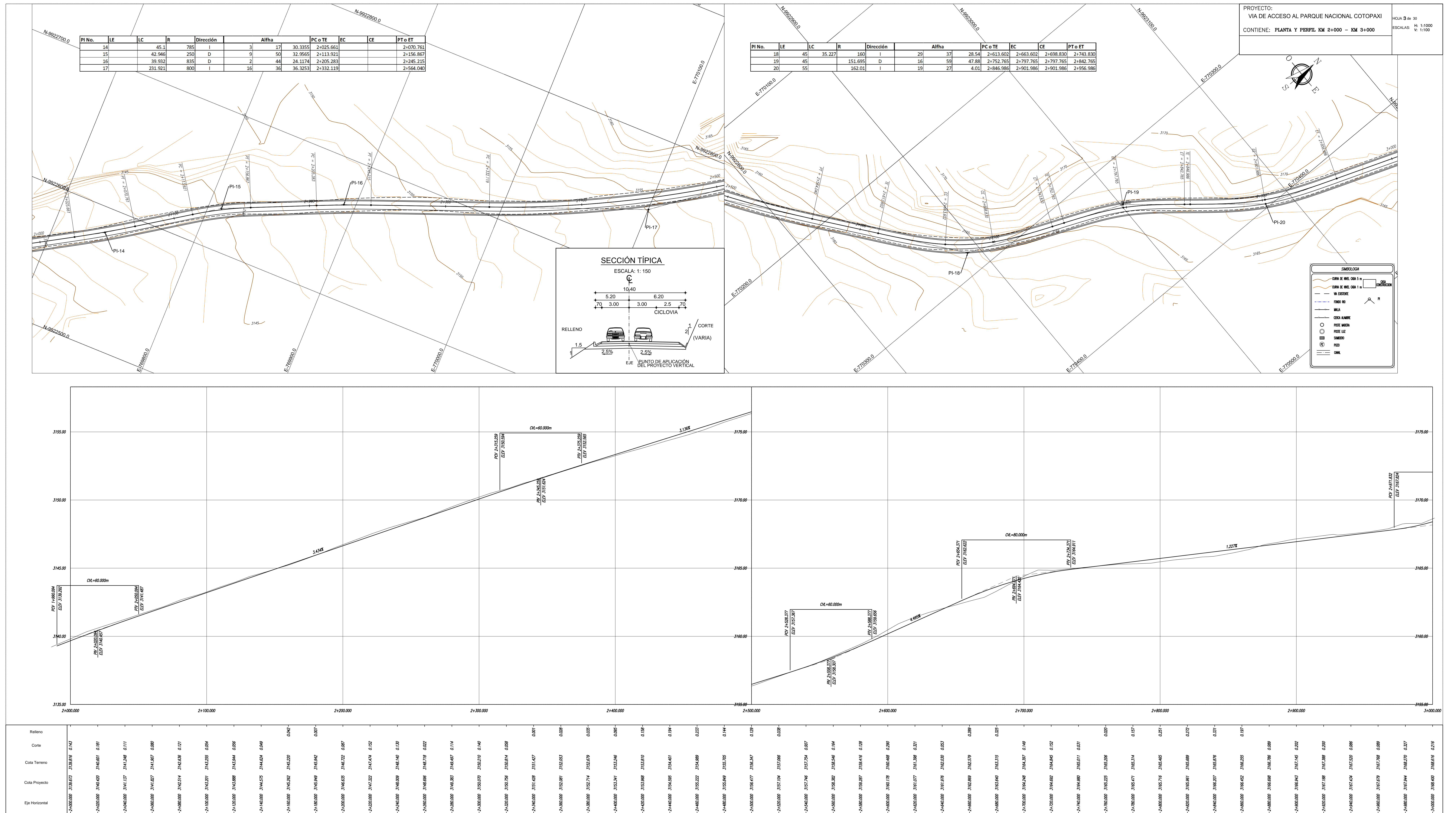
- Actualización del Plan de Manejo del Parque Nacional Cotopaxi, Coello Flavio y equipo investigador, Quito-Ecuador 1996.
- Manual de Diseño Para Infraestructura de Ciclovías de Lima y Callao – Perú.
- INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO, Manual De Diseño De Ciclorutas, Plan Maestro De Ciclo rutas Para Santa Fe De Bogotá D.C. Ed. Projekta Ltda., Interdiseños Ltda., Santa Fe De Bogotá D.C. 1999.
- CAMINOS TOMO I- Ing. Juan Corvalan, Universidad de la Plata – Argentina.
- Zona Ingeniería, Diseño Geométrico de Vías Terrestres, Julio 2011
<http://ingenieria-civil2009.blogspot.com/2009/05/disenio-geometrico-de-vias-terrestres.html>
- Wikipedia, Diseños Geométrico de Carreteras, Junio 2011
http://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_geom%C3%A9trico_de_carreteras#Selecci.C3.B3n_de_Ruta
- Miguel Ángel Heredia, El Peralte, octubre 2011
<http://www.arqhys.com/contenidos/peralte-transicion.html>

ANEXOS

PLANOS VIALES

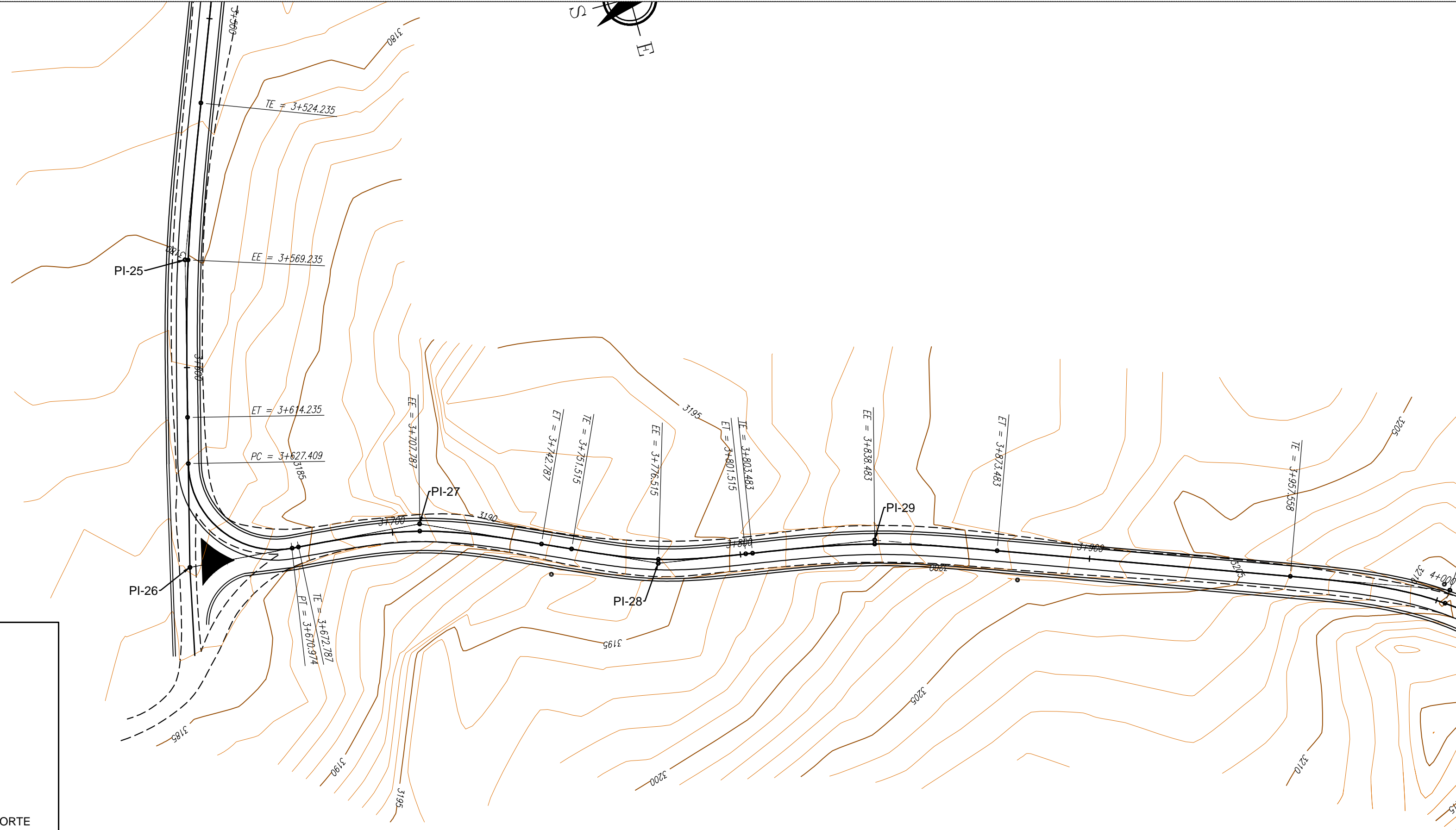
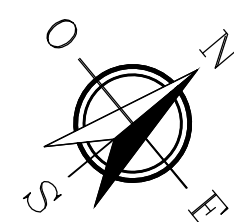






The topographic map displays a proposed road alignment through a hilly terrain. Key features include:

- Contour Lines:** Brown lines representing elevation contours, ranging from approximately 3100 to 3190 feet.
- Road Alignment:** A solid black line showing the proposed road path, which curves from the upper left towards the lower right.
- Road Cutting Section:** A shaded rectangular area labeled "ROAD CUTTING" where the road crosses over a stream bed.
- Stream Bed:** Indicated by a blue dashed line flowing through the landscape.
- Points of Interest:** Labeled as PI-21, PI-22, PI-23, and PI-24, marking specific locations along the road alignment.
- Elevation Data:** Numerical values are provided at several points:
 - At PI-21: $EL = 3187.6$
 - Between PI-21 and PI-22: $EL = 3185.2$
 - At PI-22: $EL = 3182.2$
 - Between PI-22 and PI-23: $EL = 3180.2$
 - At PI-23: $EL = 3175.2$
 - Between PI-23 and PI-24: $EL = 3170.2$
 - At PI-24: $EL = 3165.2$
- Other Labels:** "ROAD CUTTING" is written across the shaded area. "PI-21", "PI-22", "PI-23", and "PI-24" are clearly marked near their respective points.

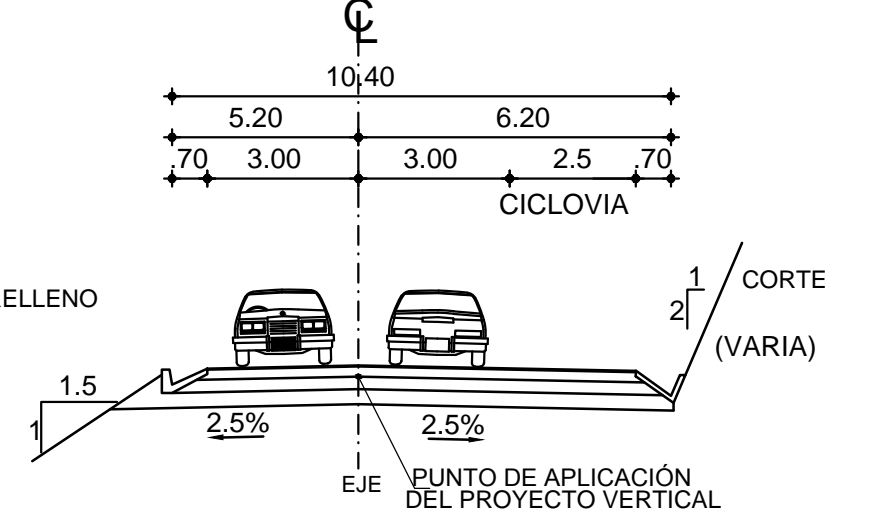
[illegible]

PROYECTO:
VIA DE ACCESO AL PARQUE NACIONAL COTOPAXI
CONTIENE: PLANTA Y PERFIL KM 4+000 - KM 5+000

HUJA 5 de 36
ESCALAS: H: 1:1000
V: 1:100

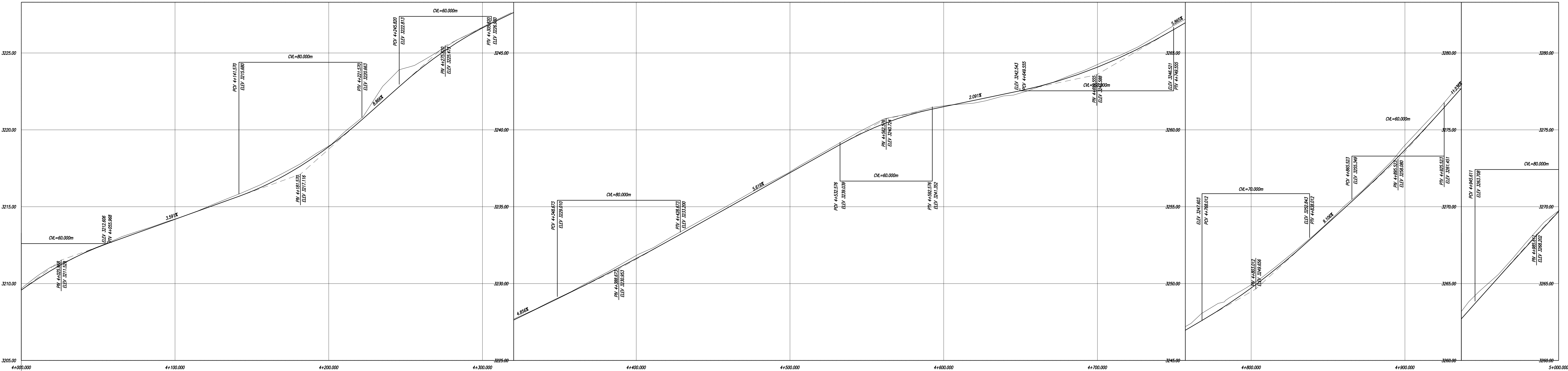
SECCIÓN TÍPICA

ESCALA: 1:150

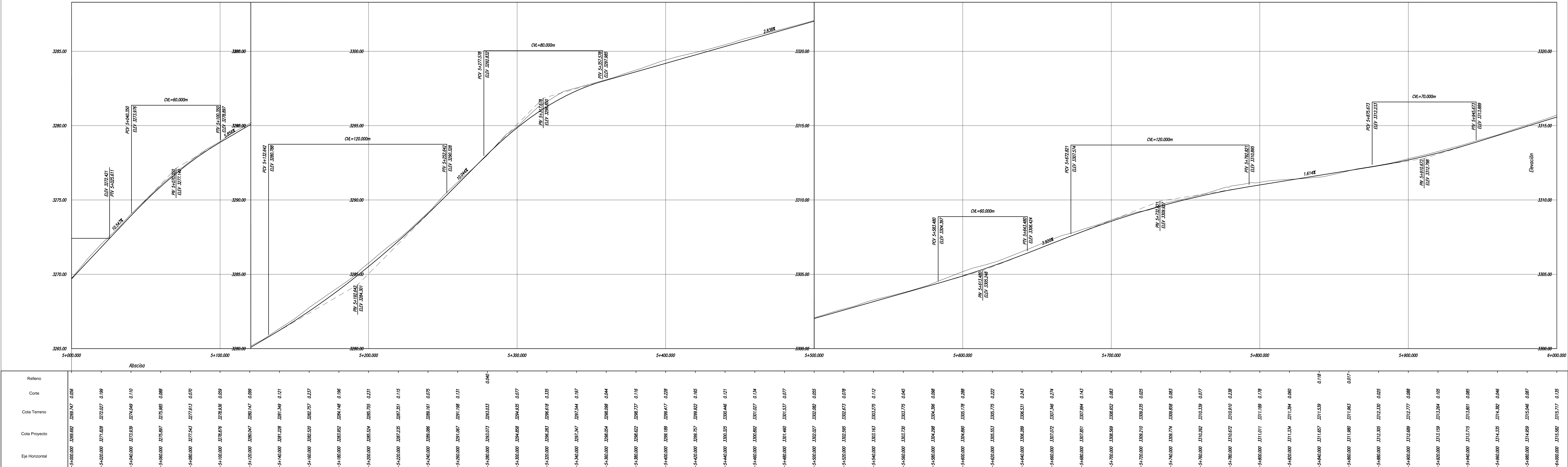
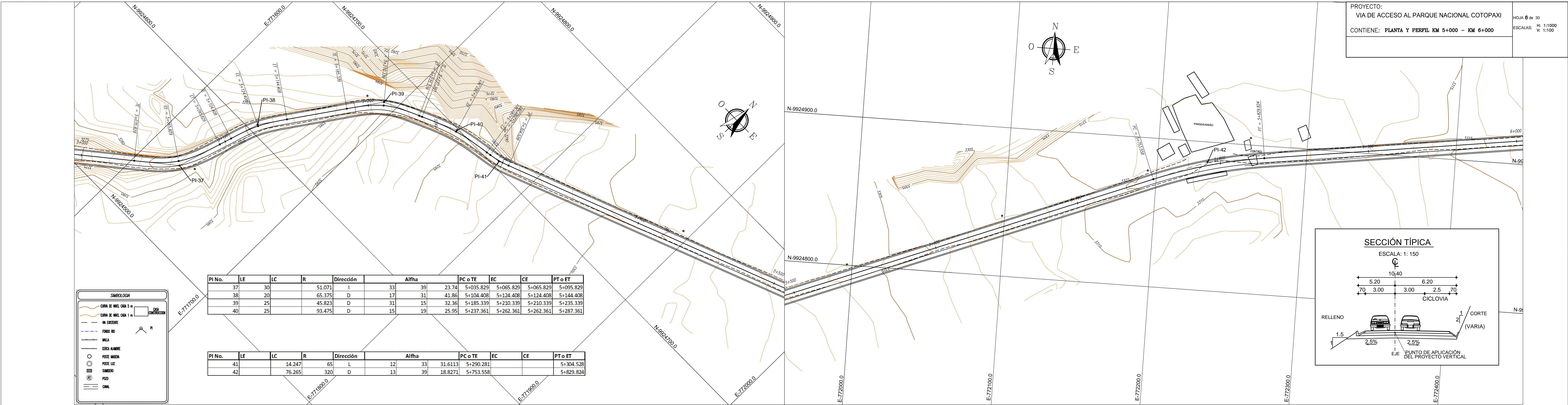


PI No.	LE	LC	R	Dirección	Alfha	PC o TE	EC	CE	PT o ET
30	45		87.552	D	29	26	55.81	3+957.558	4+002.558
31	55		114.052	I	27	37	48.55	4+053.215	4+108.215
32	45		289.125	I	8	53	56.95	4+188.140	4+233.140
33	65		204.194	D	18	13	14.82	4+293.603	4+358.603
34	70		366.52	D	10	56	33.63	4+424.002	4+494.002

PI No.	LE	LC	R	Dirección	Alfha	PC o TE	EC	CE	PT o ET
35		40.063	175	I	13	6	59.388	4+793.313	4+833.375
36		51.258	140	D	20	58	39.6965	4+882.610	4+933.868



Relleño	Corte	Cota Terreno	Cota Proyecto	Eje Horizontal
4+000.000	3206.67	0.93		
4+020.000	3210.89	0.24		
4+040.000	3211.91	0.21		
4+060.000	3212.71	0.97		
4+080.000	3211.69	0.97		
4+100.000	3214.19	0.215		
4+120.000	3214.86	0.946		
4+140.000	3215.64	0.142		
4+160.000	3216.44	0.204		
4+180.000	3217.54	0.180		
4+200.000	3216.84	0.260		
4+220.000	3220.54	0.139		
4+240.000	3222.37	1.229		
4+260.000	3224.03	0.433		
4+280.000	3225.43	0.189		
4+300.000	3226.08	0.046		
4+320.000	3227.619	0.261		
4+340.000	3228.59	0.225		
4+360.000	3229.57	0.242		
4+380.000	3230.578	0.194		
4+400.000	3231.628	0.201		
4+420.000	3232.71	0.151		
4+440.000	3233.87	0.159		
4+460.000	324.961	0.157		
4+480.000	3248.94	0.128		
4+500.000	3252.28	0.266		
4+520.000	3242.343	0.113		
4+540.000	3238.440	0.151		
4+560.000	3245.339	0.292		
4+580.000	3241.642	0.261		
4+600.000	3241.657	0.266		
4+620.000	3241.625	0.177		
4+640.000	3242.343	0.127		
4+660.000	3242.782	0.026		
4+680.000	3243.54	0.268		
4+700.000	3244.078	0.173		
4+720.000	3244.852	0.142		
4+740.000	3245.078	0.222		
4+760.000	3247.151	0.231		
4+780.000	3246.340	0.042		
4+800.000	3246.716	0.216		
4+820.000	3251.278	0.149		
4+840.000	3253.024	0.264		
4+860.000	3254.446	0.158		
4+880.000	3256.204	0.114		
4+900.000	3258.069	0.262		
4+920.000	3260.26	0.299		
4+940.000	3263.078	0.242		
4+960.000	3265.216	0.271		
4+980.000	3267.521	0.266		
5+000.000	3268.682	0.256		



PROYECTO:
VIA DE ACCESO AL PARQUE NACIONAL COTOPAXI
CONTIENE: PLANTA Y PERFIL KM 14+000 - KM 15+000

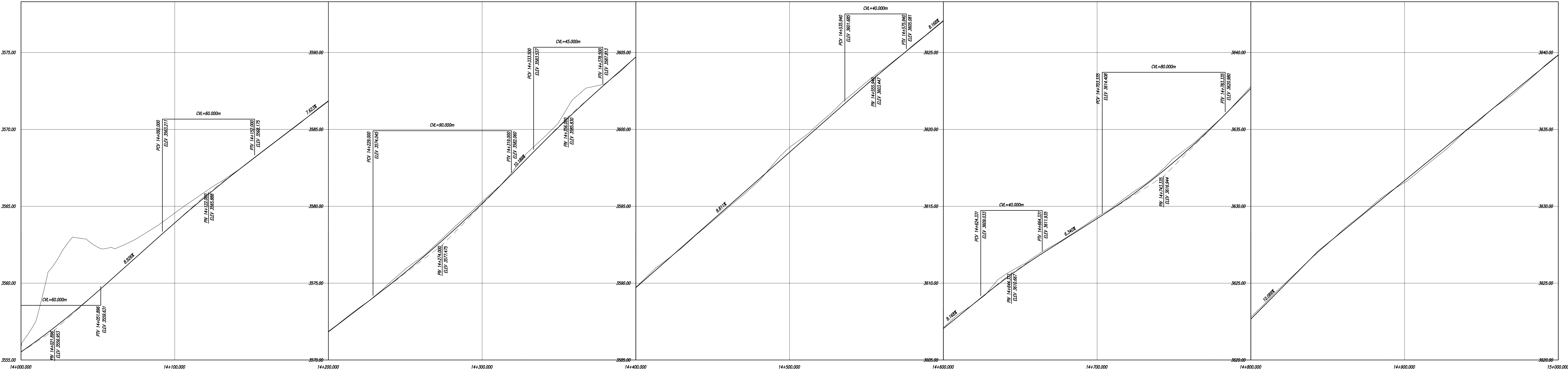
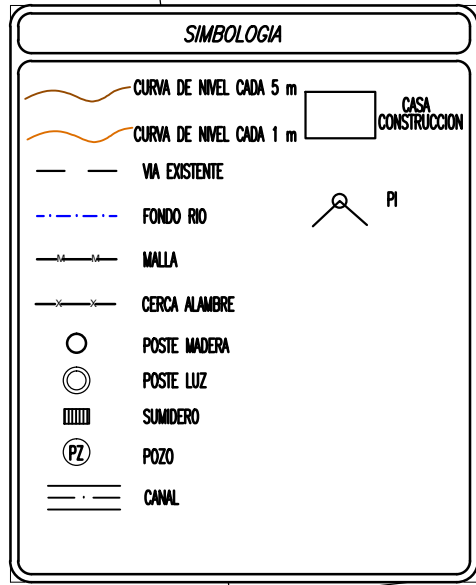
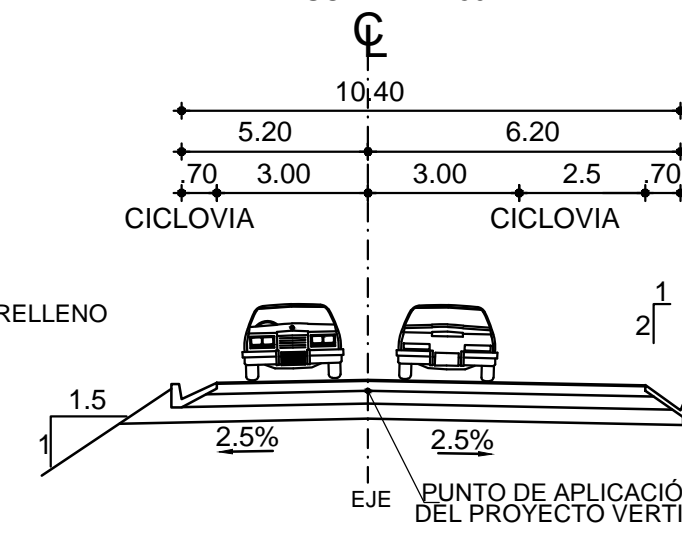
Hoja 15 de 30
ESCALAS: H: 1:1000
V: 1:100

PI No.	LE	LC	R	Dirección	Alfha	PC o TE	EC	CE	PT o ET
100	35	13.556	18	D	154	33	36.2	13+992.555	14+041.112
102	45	89.646	420	I	18	22	5.74	14+423.915	14+558.561
103	35		112.168	I	177	52	41.43	14+612.503	14+647.503
104	60		107.848	D	31	52	32.54	14+689.566	14+749.566

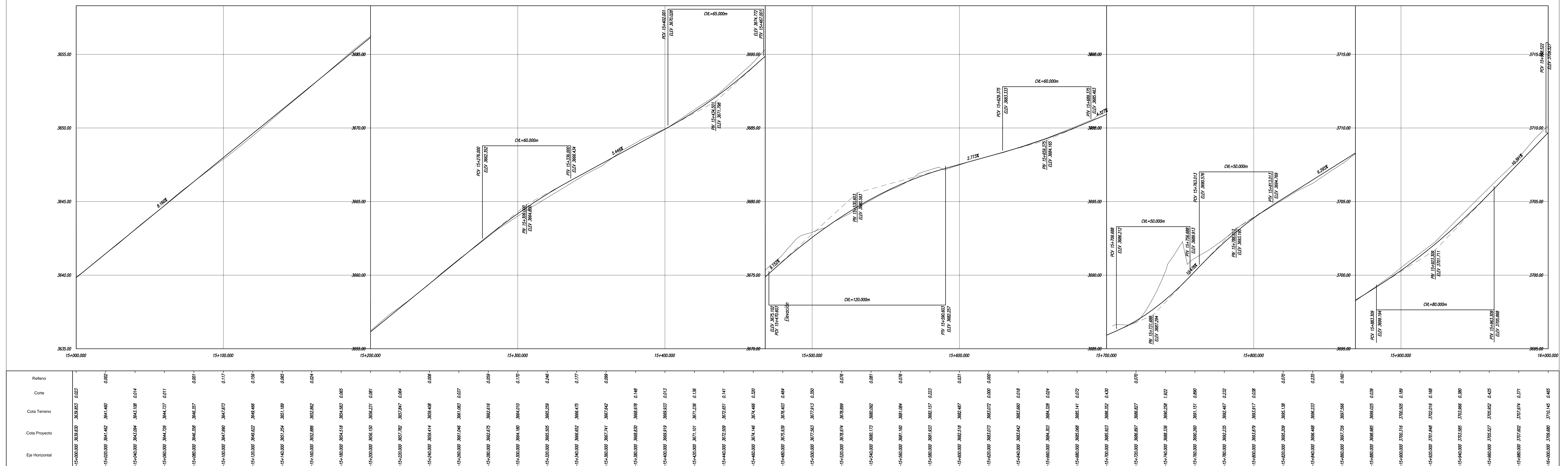
PI No.	LE	LC	R	Dirección	Alfha	PC o TE	EC	CE	PT o ET
101		42.204	220	I	10	59	28.9426	14+279.578	14+321.782
105		41.999	550	I	4	22	30.7583	14+839.730	14+881.729
106		41.329	360	D	6	34	39.6493	14+933.326	14+974.955

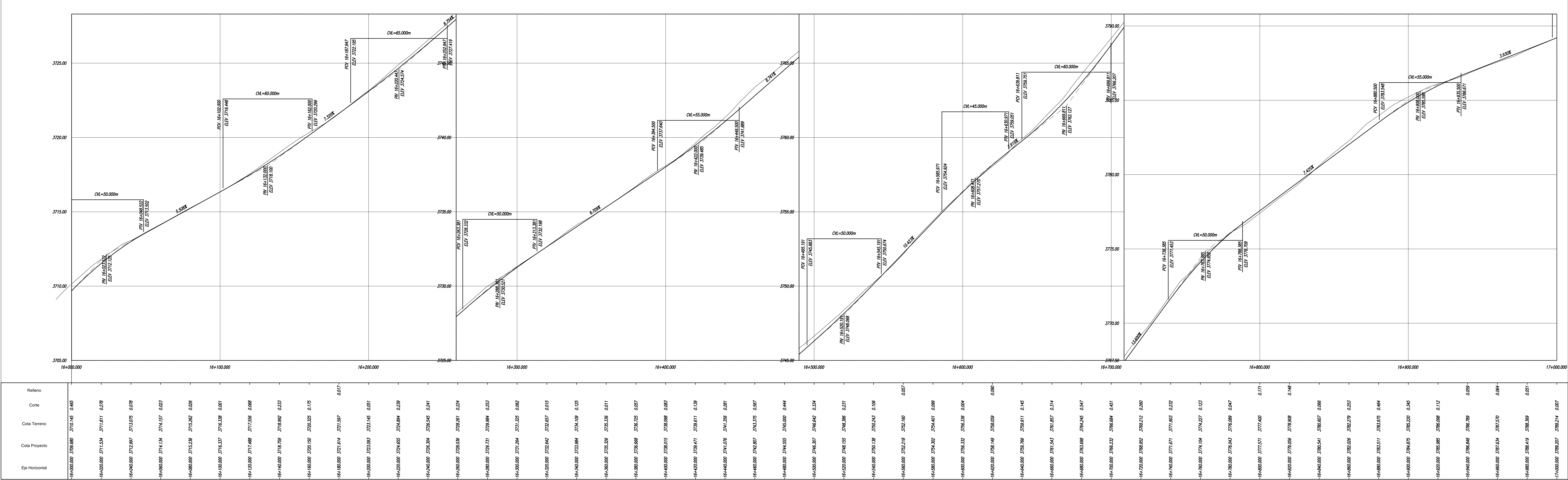
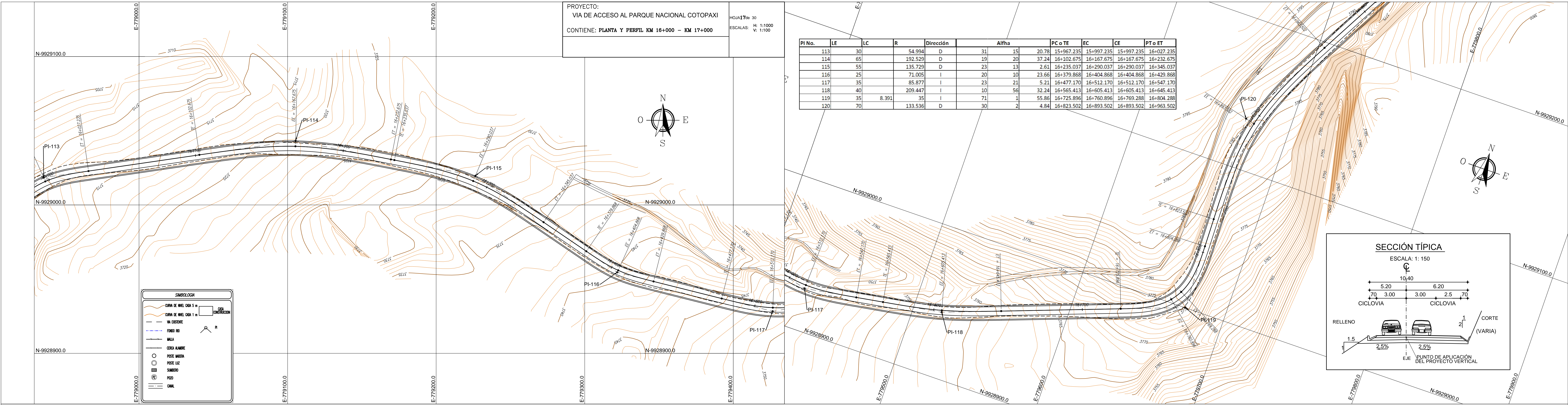
SECCIÓN TÍPICA

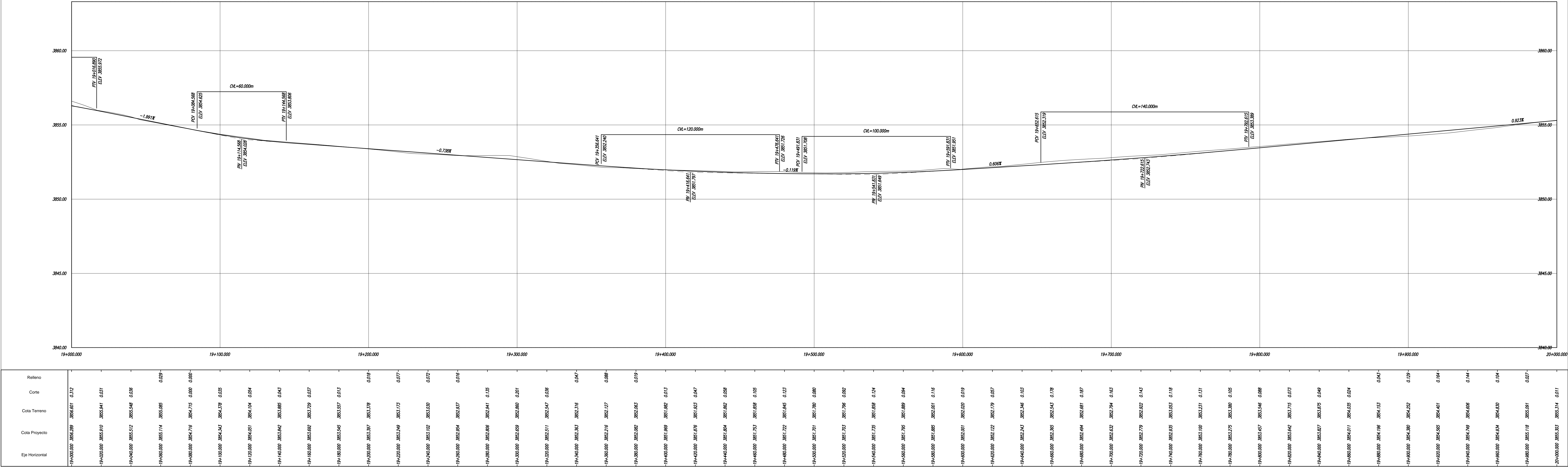
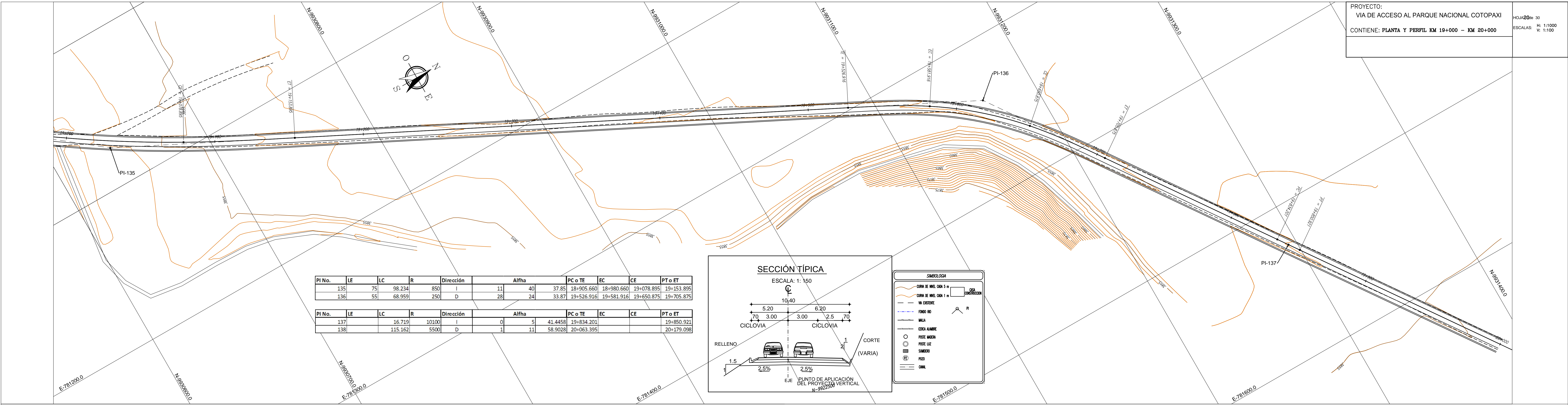
ESCALA: 1:150



Relleño	14+000.00	3555.52	3555.64	0.19
Corte	14+000.00	3556.91	3561.02	4.02
Cota Terreno	14+000.00	3556.91	3561.02	4.02
Cota Proyecto	14+000.00	3556.91	3561.02	4.02
Eje Horizontal	14+000.00	3556.91	3561.02	4.02





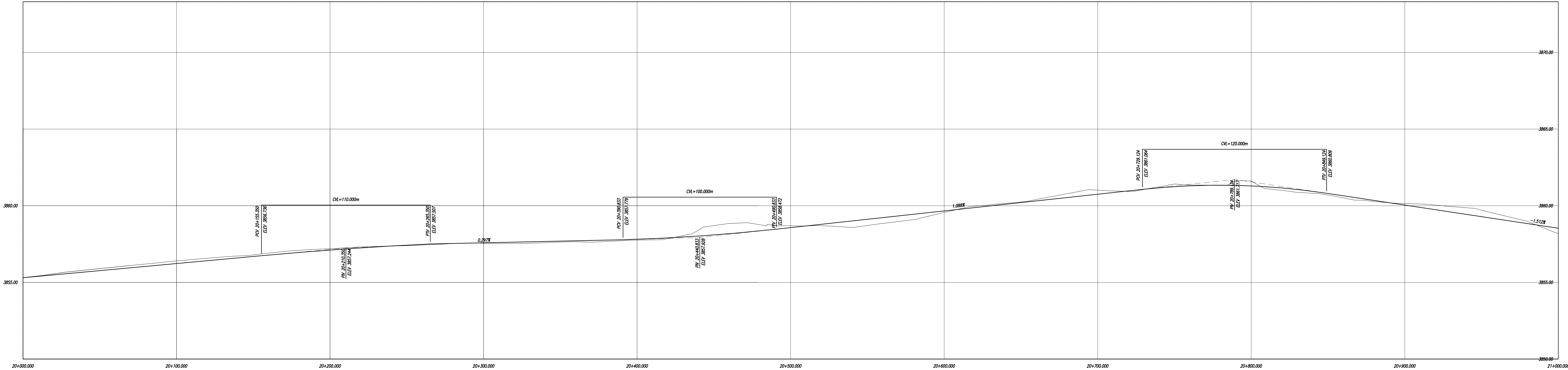
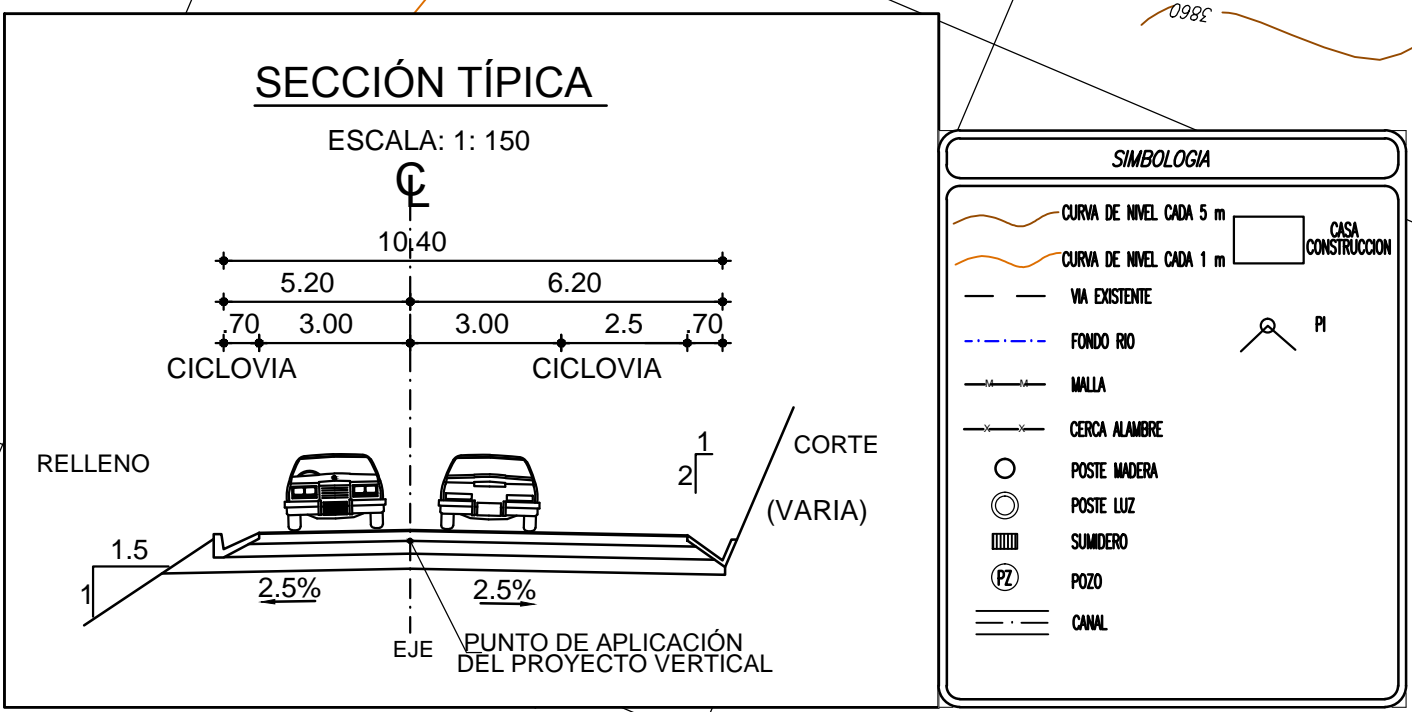


PI No.	LE	LC	R	Dirección	Alfha	PC o TE	EC	CE	PT o ET
139	35		1394.287	I	1	26	177.75	20+301.185	20+371.185
140	45	85.044	300	D	24	50	11.45	20+390.647	20+520.691
141	30		81.584	I	21	4	7.29	20+778.488	20+838.488
142	35		133.586	D	15	0	42.11	20+842.628	20+877.628

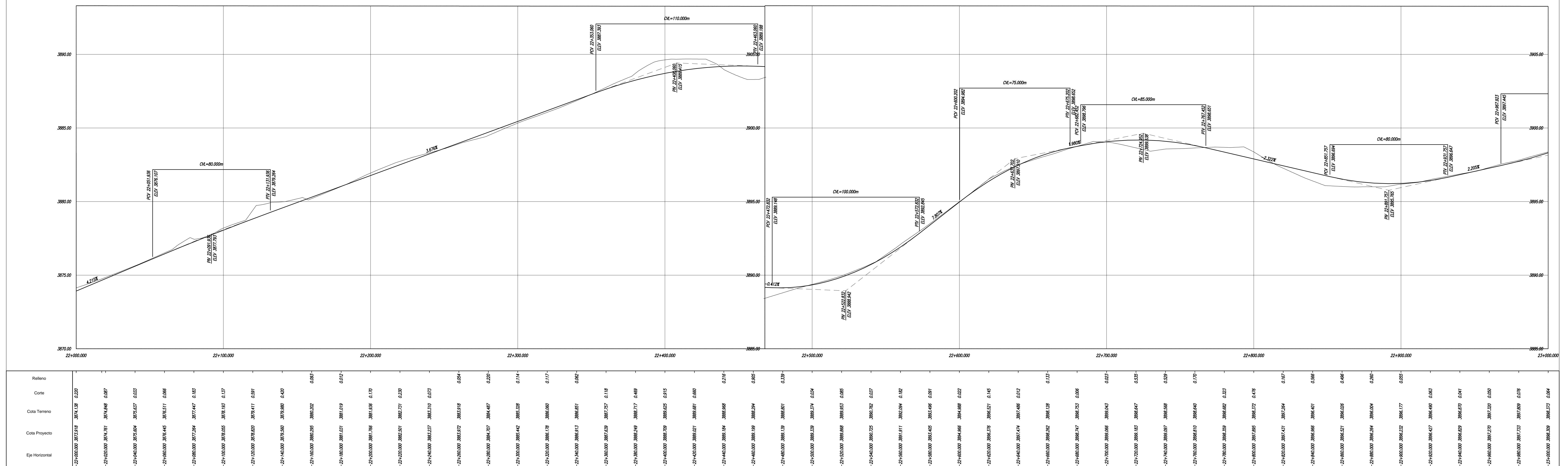
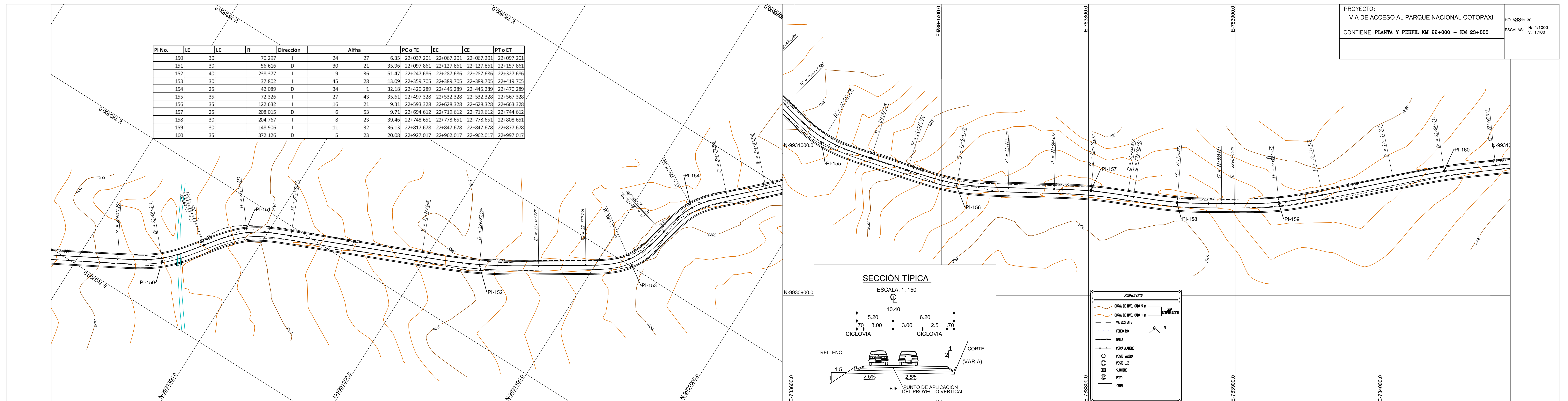
PI No.	LE	LC	R	Dirección	Alfha	PC o TE	EC	CE	PT o ET
138		115.162	5500	D	1	11	58.9028	20+063.395	20+179.098

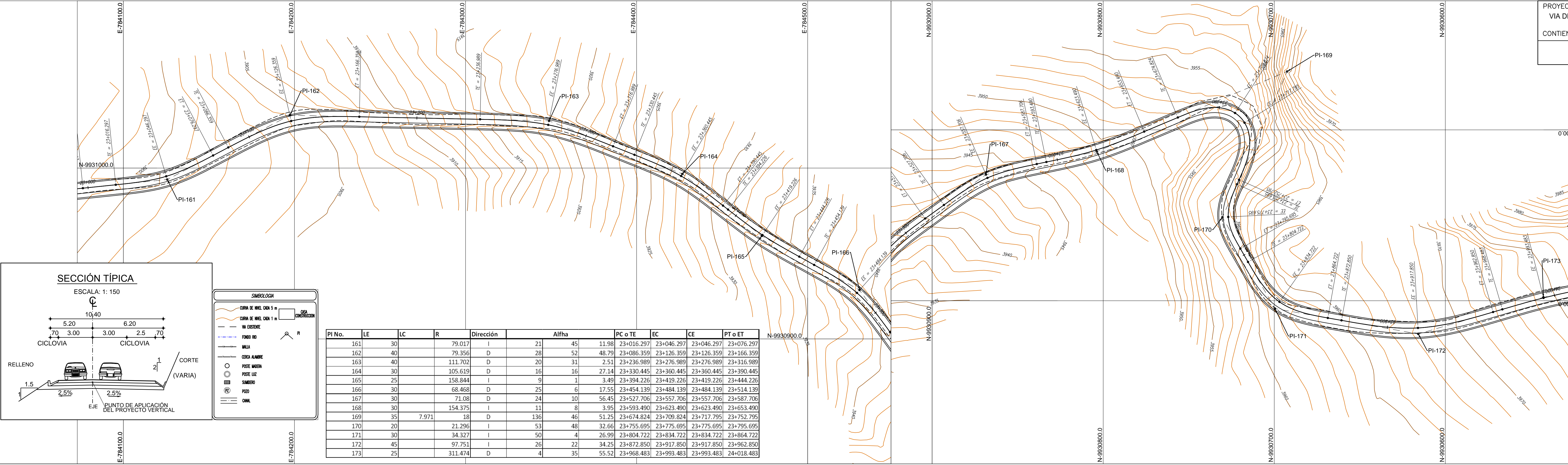
PROYECTO:
VIA DE ACCESO AL PARQUE NACIONAL COTOPAXI
CONTIENE: PLANTA Y PERFIL KM 20+000 - KM 21+000

Hoja 2 de 30
ESCALAS: H: 1:1000
V: 1:100



Relleño																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

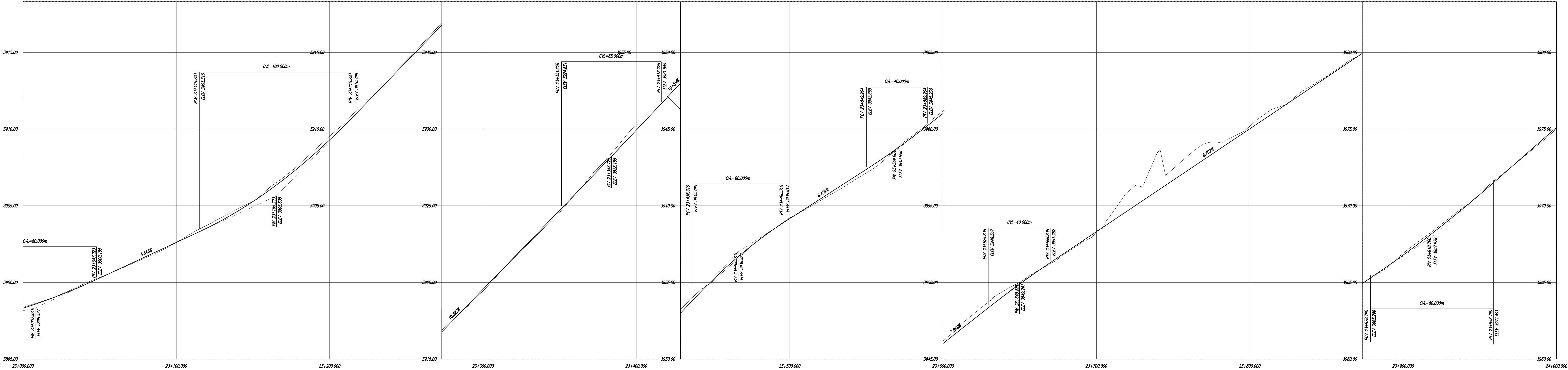




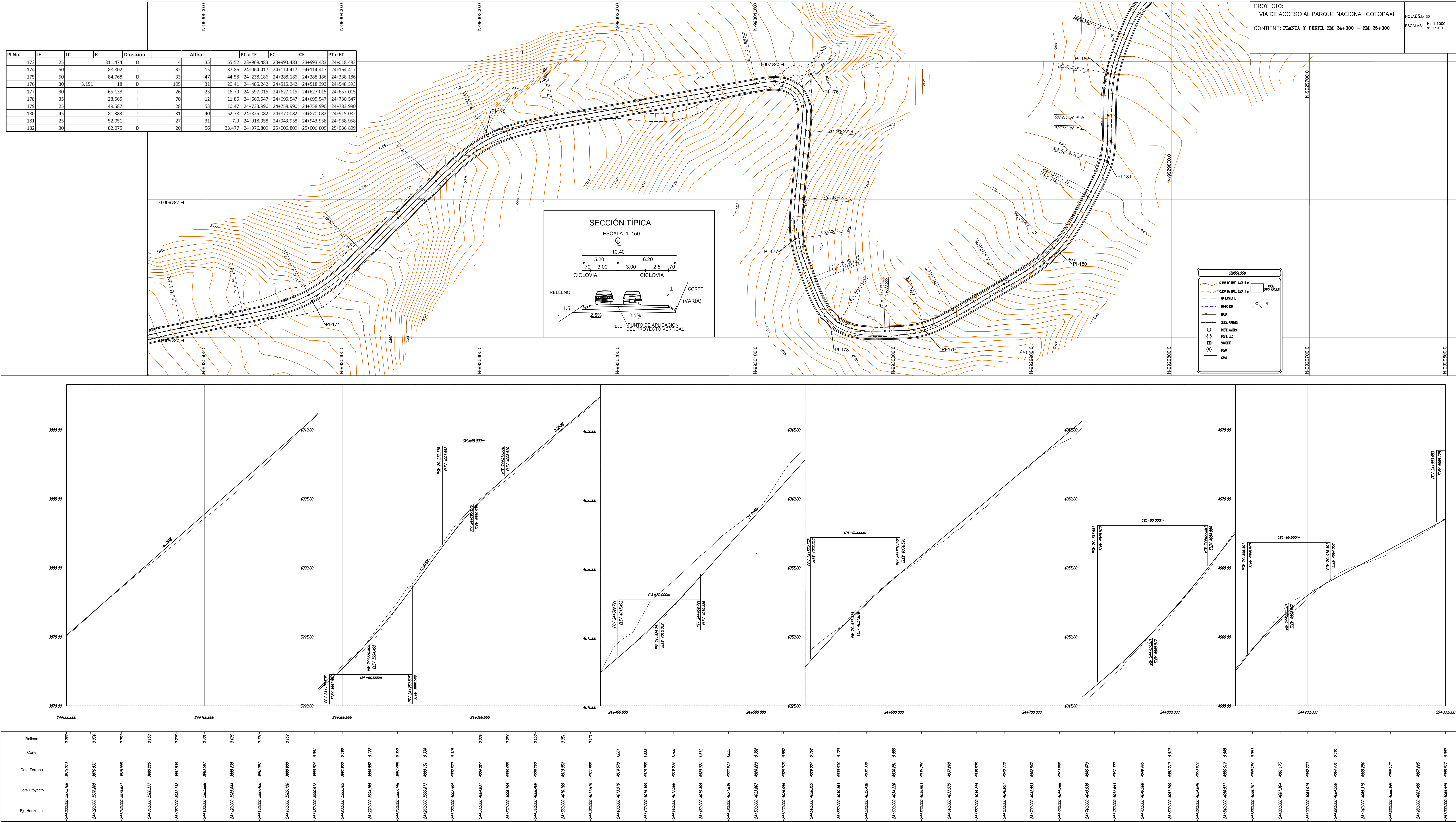
PROYECTO:
VIA DE ACCESO AL PARQUE NACIONAL COTOPAXI
CONTIENE: PLANTA Y PERFIL KM 23+000 - KM 24+000

HOJA 24 de 30
ESCALAS: H: 1:1000
V: 1:100

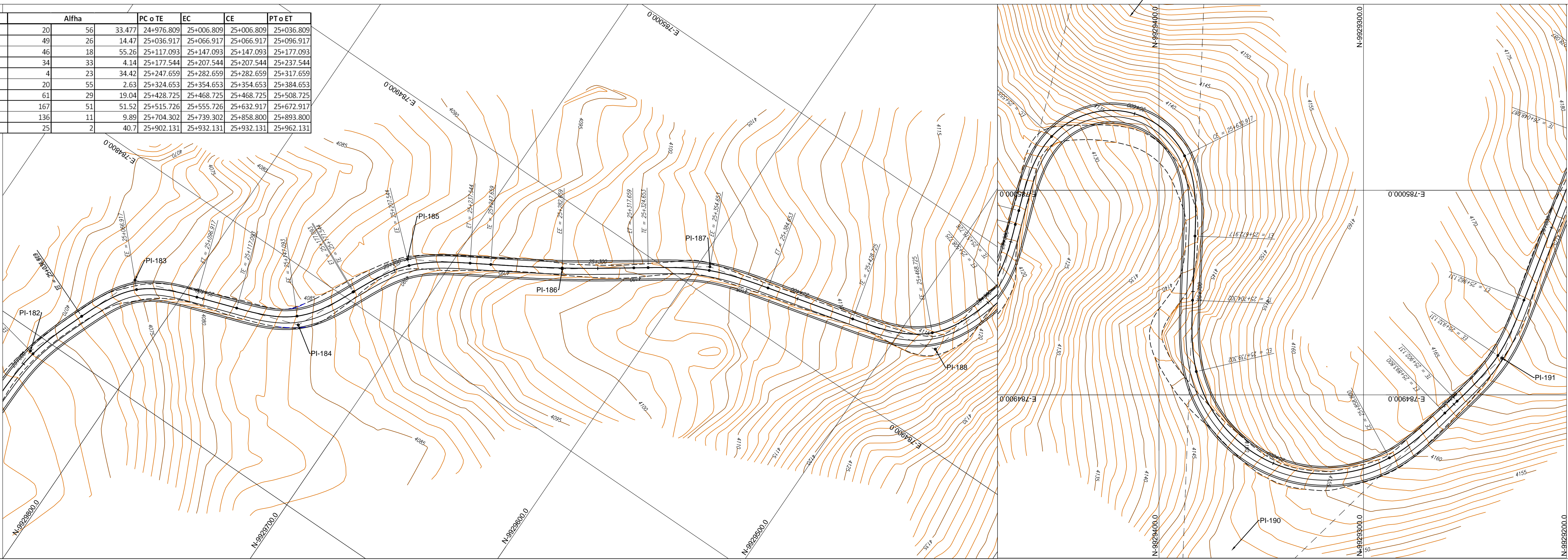
PI No.	LE	LC	R	Dirección	Alfha	PC o TE	EC	CE	PT o ET
161	30		79.017	I	21	45	11.98	23+016.297	23+046.297
162	40		79.356	D	28	52	48.79	23+086.359	23+126.359
163	40		111.702	D	20	31	2.51	23+236.989	23+276.989
164	30		105.619	D	16	16	27.14	23+330.445	23+360.445
165	25		158.844	I	9	1	3.49	23+394.226	23+419.226
166	30		68.468	D	25	6	17.55	23+454.139	23+484.139
167	30		71.138	O	24	10	56.45	23+537.706	23+557.706
168	30		154.375	I	11	8	3.95	23+593.490	23+623.490
169	35	7.971	18	D	136	46	51.25	23+674.824	23+709.824
170	20		21.296	I	53	48	32.66	23+755.695	23+775.695
171	30		34.327	I	50	4	26.99	23+804.722	23+834.722
172	45		97.751	I	26	22	34.75	23+872.850	23+917.850
173	25		311.474	O	4	35	55.52	23+968.483	23+993.483



Relleño	Corte	Cota Terreno	Cota Proyecto	Eje Horizontal
23+000.000	3858.339	3862.171	0.834	
23+050.000	3860.607	3866.019	0.612	
23+100.000	3868.627	3868.628	0.002	
23+150.000	3867.746	3868.127	0.381	
23+200.000	3867.673	3867.625	0.048	
23+250.000	3862.615	3862.615	0.000	
23+300.000	3861.728	3861.728	0.000	
23+350.000	3864.638	3864.780	0.144	
23+400.000	3865.059	3865.110	0.051	
23+450.000	3867.529	3867.594	0.064	
23+500.000	3868.287	3868.338	0.054	
23+550.000	3867.185	3867.185	0.000	
23+600.000	3867.448	3867.448	0.000	
23+650.000	3867.448	3867.448	0.000	
23+700.000	3867.448	3867.448	0.000	
23+750.000	3867.448	3867.448	0.000	
23+800.000	3867.448	3867.448	0.000	
23+850.000	3867.448	3867.448	0.000	
23+900.000	3867.448	3867.448	0.000	
23+950.000	3867.448	3867.448	0.000	
24+000.000	3867.448	3867.448	0.000	

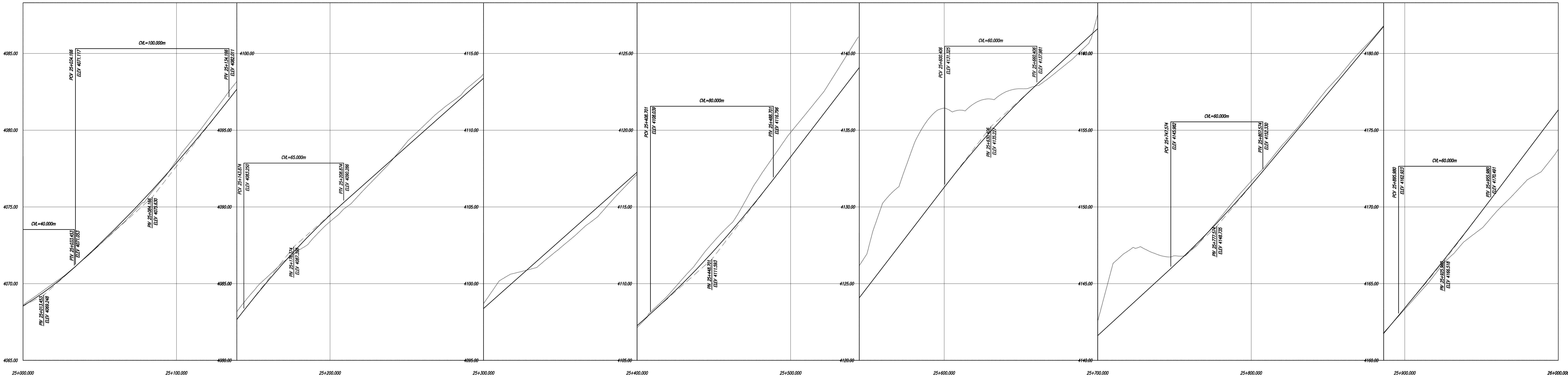
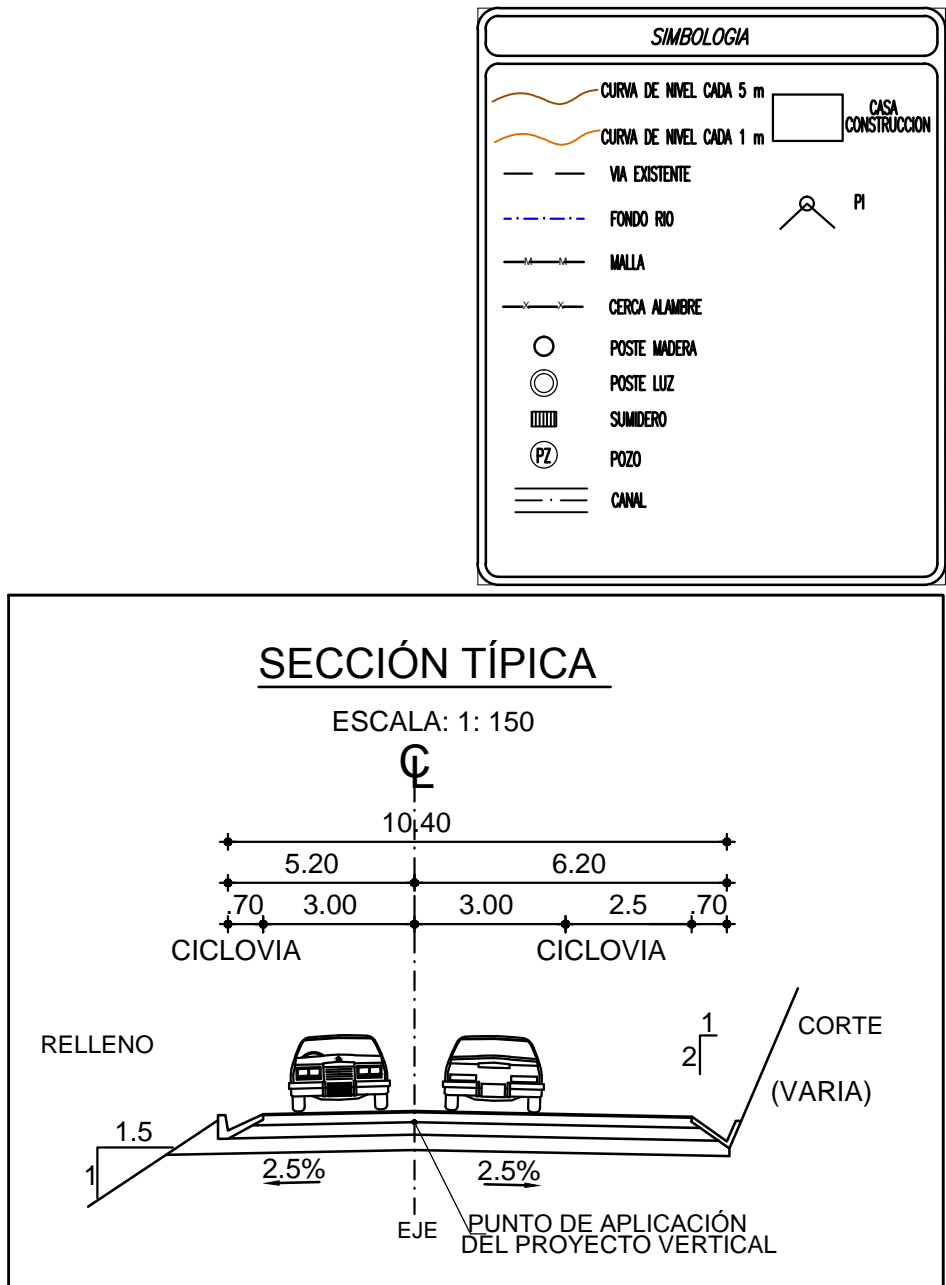


PI No.	LE	LC	R	Dirección	Alpha	PC o TE	EC	CE	PT o ET
182	30		82.075	D	20	33.477	24+976.809	25+006.809	25+036.809
183	30		34.769	D	49	26	14.477	25+036.917	25+096.917
184	30		37.112	I	46	18	55.26	25+117.093	25+177.093
185	30		49.149	D	34	33	4.14	25+177.544	25+207.544
186	35		456.499	I	4	23	34.42	25+247.659	25+282.659
187	30		82.174	D	20	55	2.63	25+324.653	25+354.653
188	40		37.272	I	61	29	19.04	25+428.725	25+468.725
189	40	77.191	40	D	167	51	51.52	25+515.726	25+632.917
190	35	119.498	65	I	136	11	9.89	25+704.302	25+739.302
191	30		68.632	I	25	2	40.7	25+902.131	25+932.131

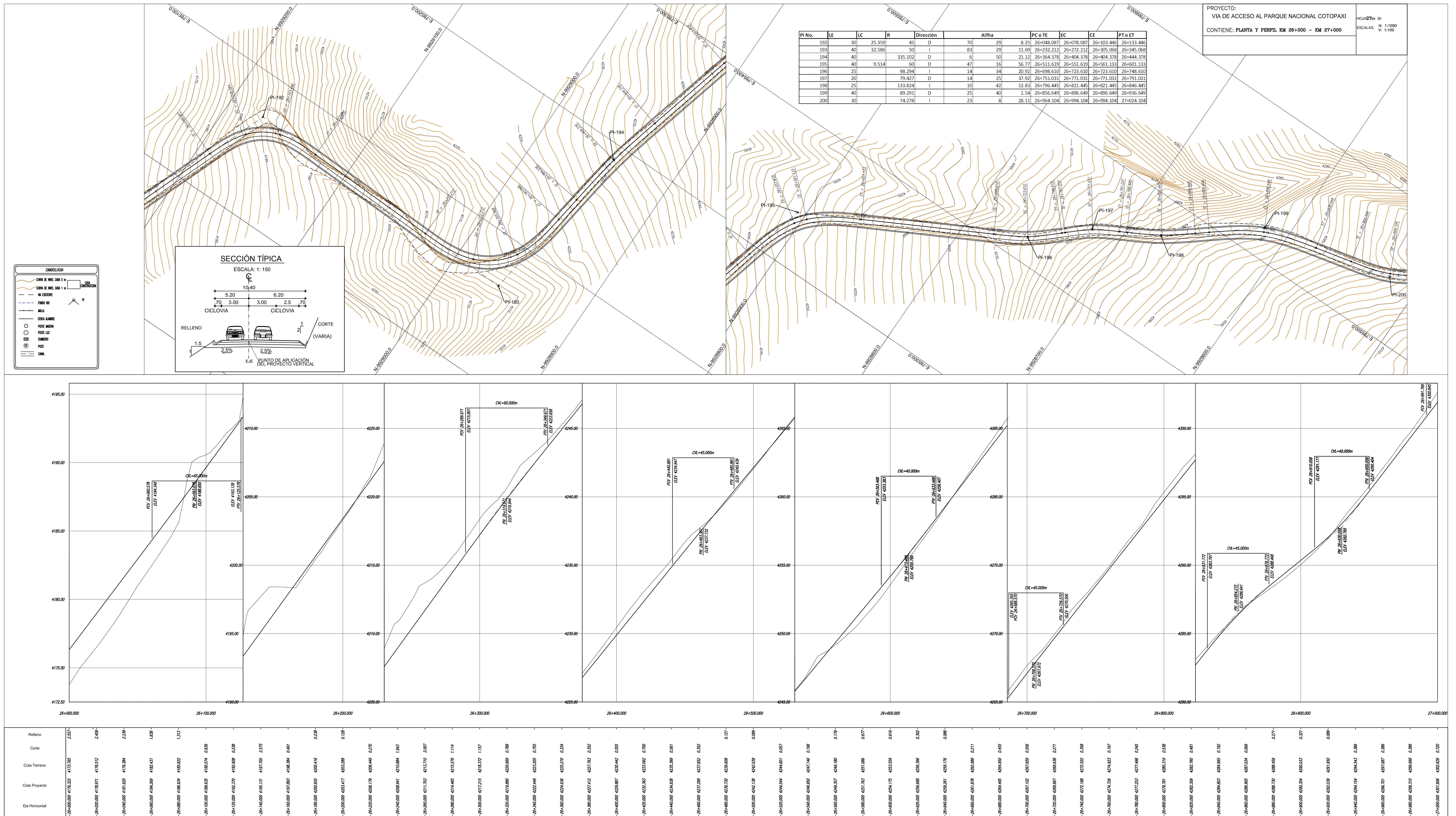


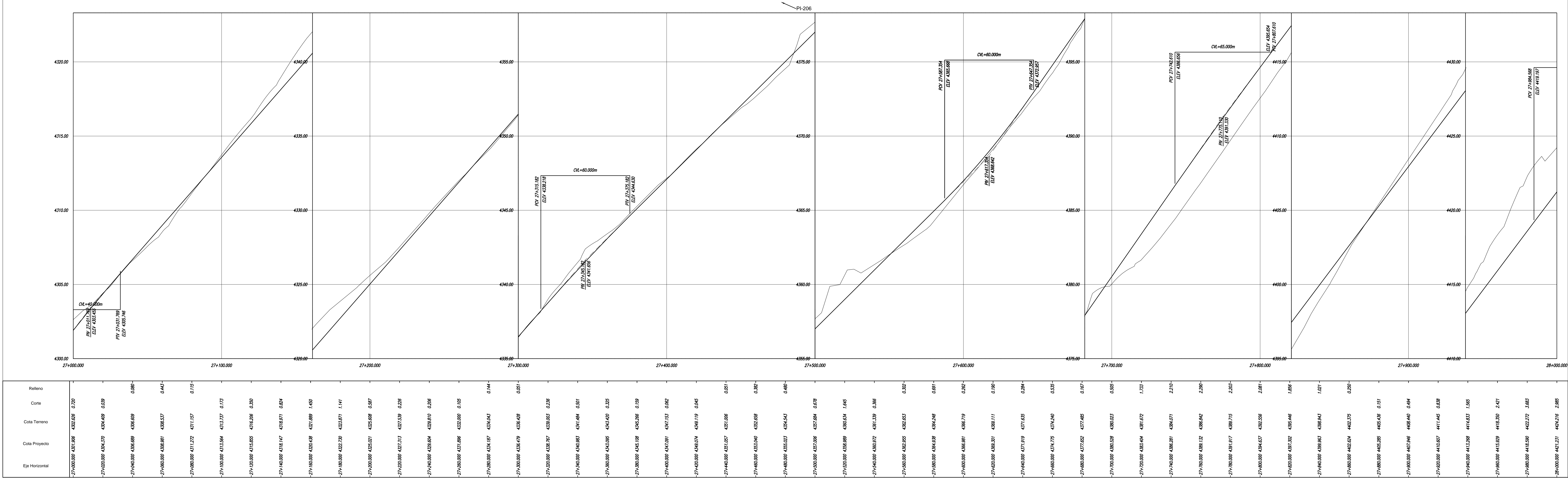
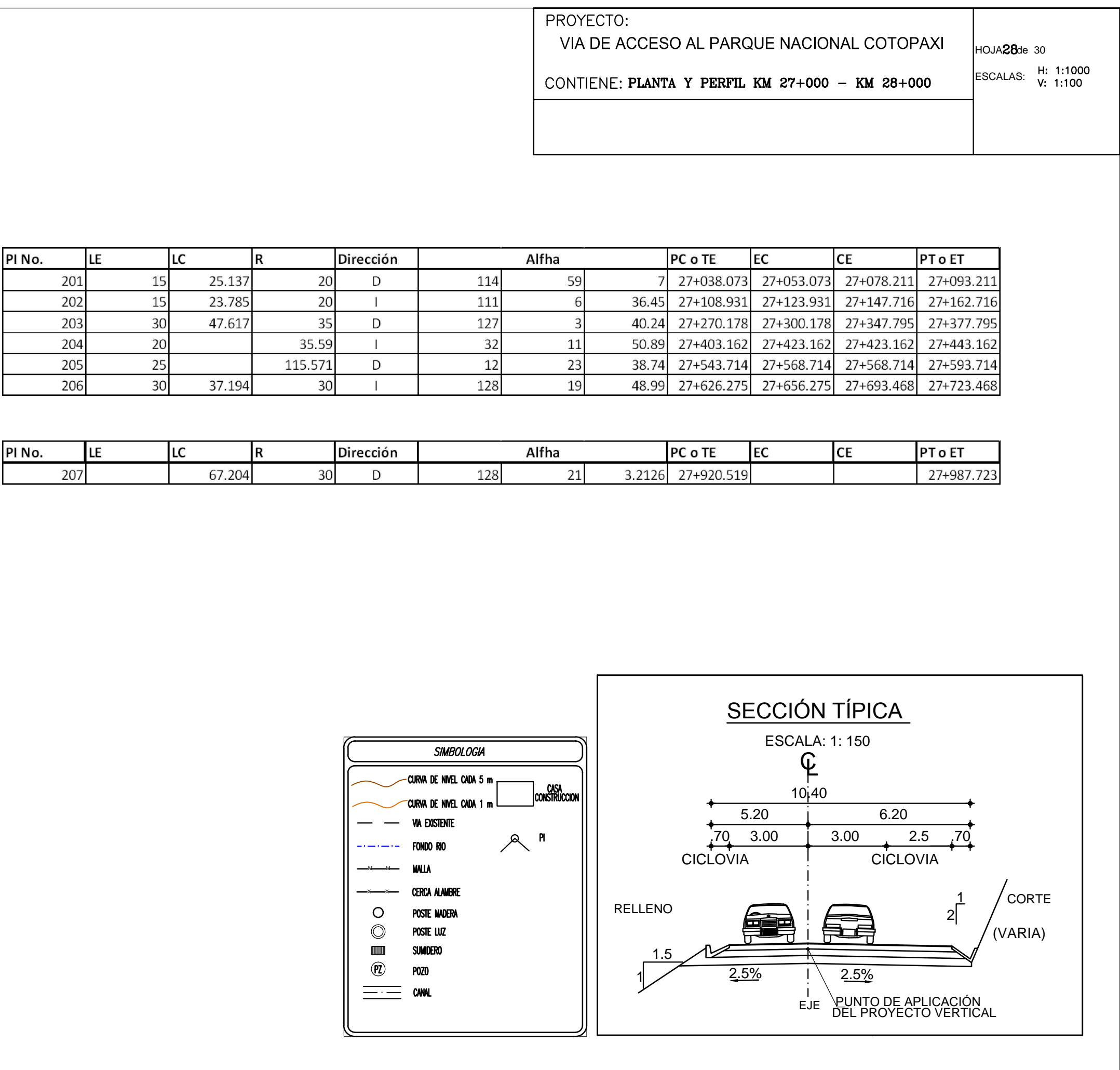
PROYECTO:
VIA DE ACCESO AL PARQUE NACIONAL COTOPAXI
CONTIENE: PLANTA Y PERFIL KM 25+000 - KM 26+000

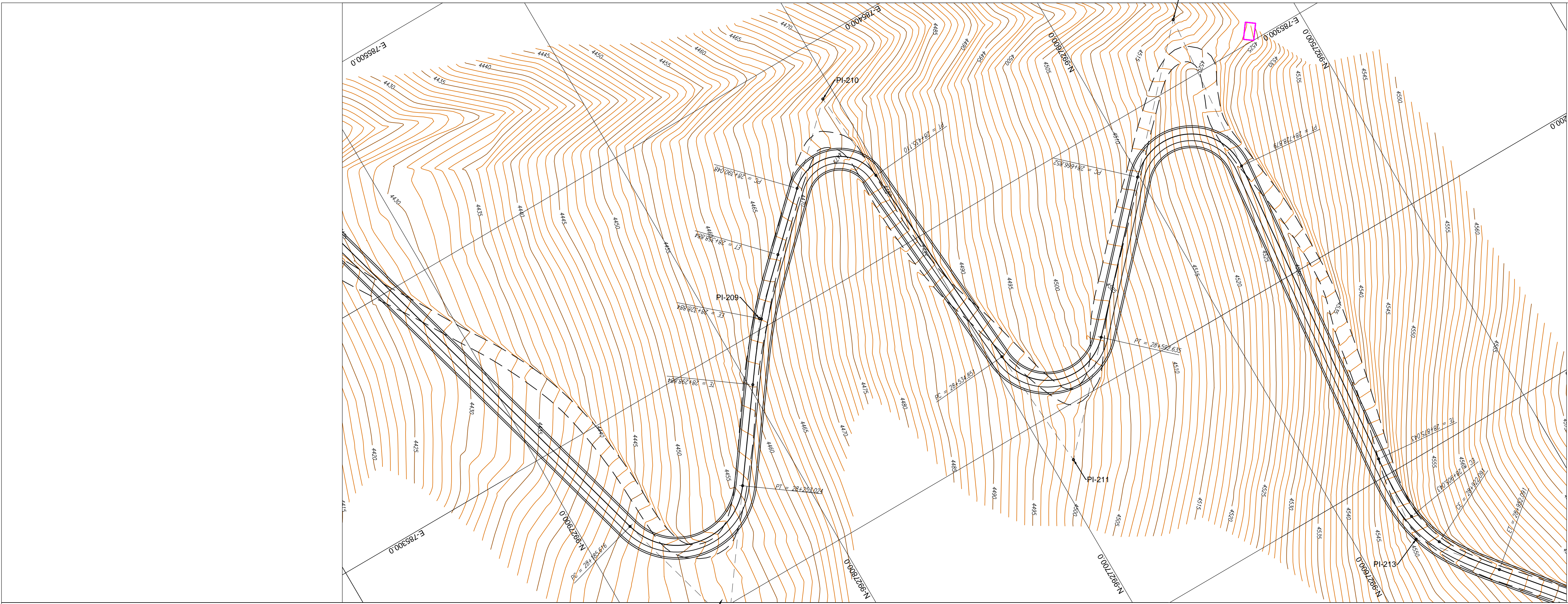
HOJA 28 de 30
ESCALAS: H: 1:1000
V: 1:100



Relleño	Corte	Cota Terreno	Cota Proyecto	Eje Horizontal
25+000.00	4085.54	4085.17	0.38	
25+050.00	4080.02	4079.02	0.10	
25+100.00	4071.60	4071.60	0.00	
25+150.00	4071.60	4071.60	0.00	
25+200.00	4071.60	4071.60	0.00	
25+250.00	4071.60	4071.60	0.00	
25+300.00	4071.60	4071.60	0.00	
25+350.00	4071.60	4071.60	0.00	
25+400.00	4071.60	4071.60	0.00	
25+450.00	4071.60	4071.60	0.00	
25+500.00	4071.60	4071.60	0.00	
25+550.00	4071.60	4071.60	0.00	
25+600.00	4071.60	4071.60	0.00	
25+650.00	4071.60	4071.60	0.00	
25+700.00	4071.60	4071.60	0.00	
25+750.00	4071.60	4071.60	0.00	
25+800.00	4071.60	4071.60	0.00	
25+850.00	4071.60	4071.60	0.00	
25+900.00	4071.60	4071.60	0.00	
26+000.00	4071.60	4071.60	0.00	





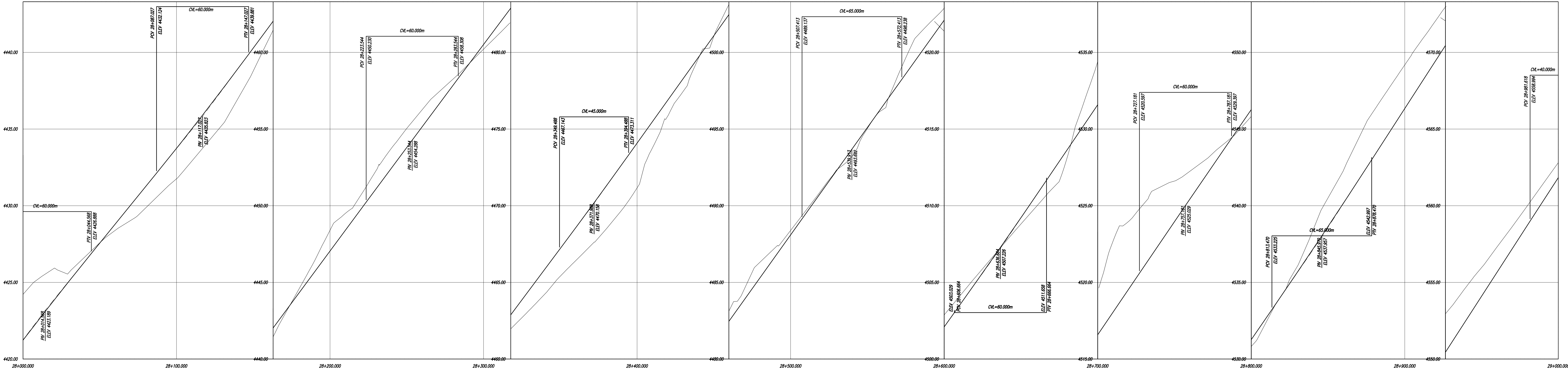
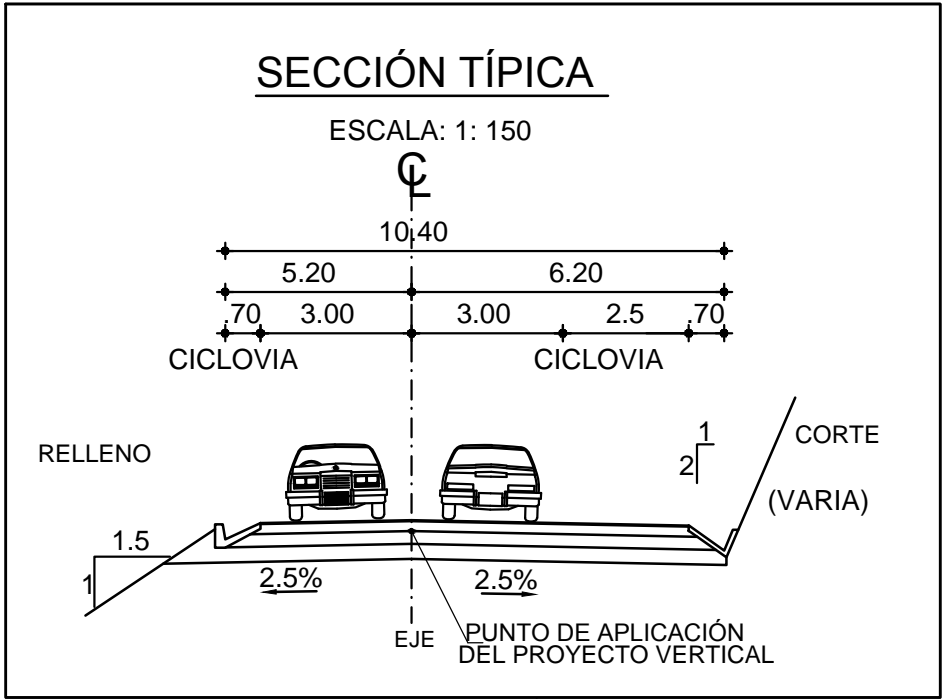
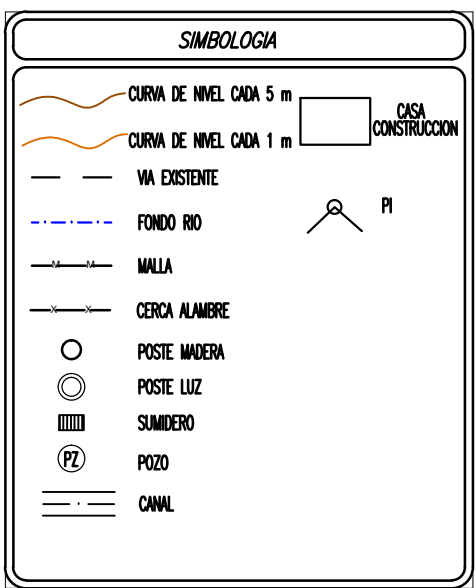


PROYECTO:
VIA DE ACCESO AL PARQUE NACIONAL COTOPAXI
CONTIENE: PLANTA Y PERFIL KM 28+000 - KM 29+000

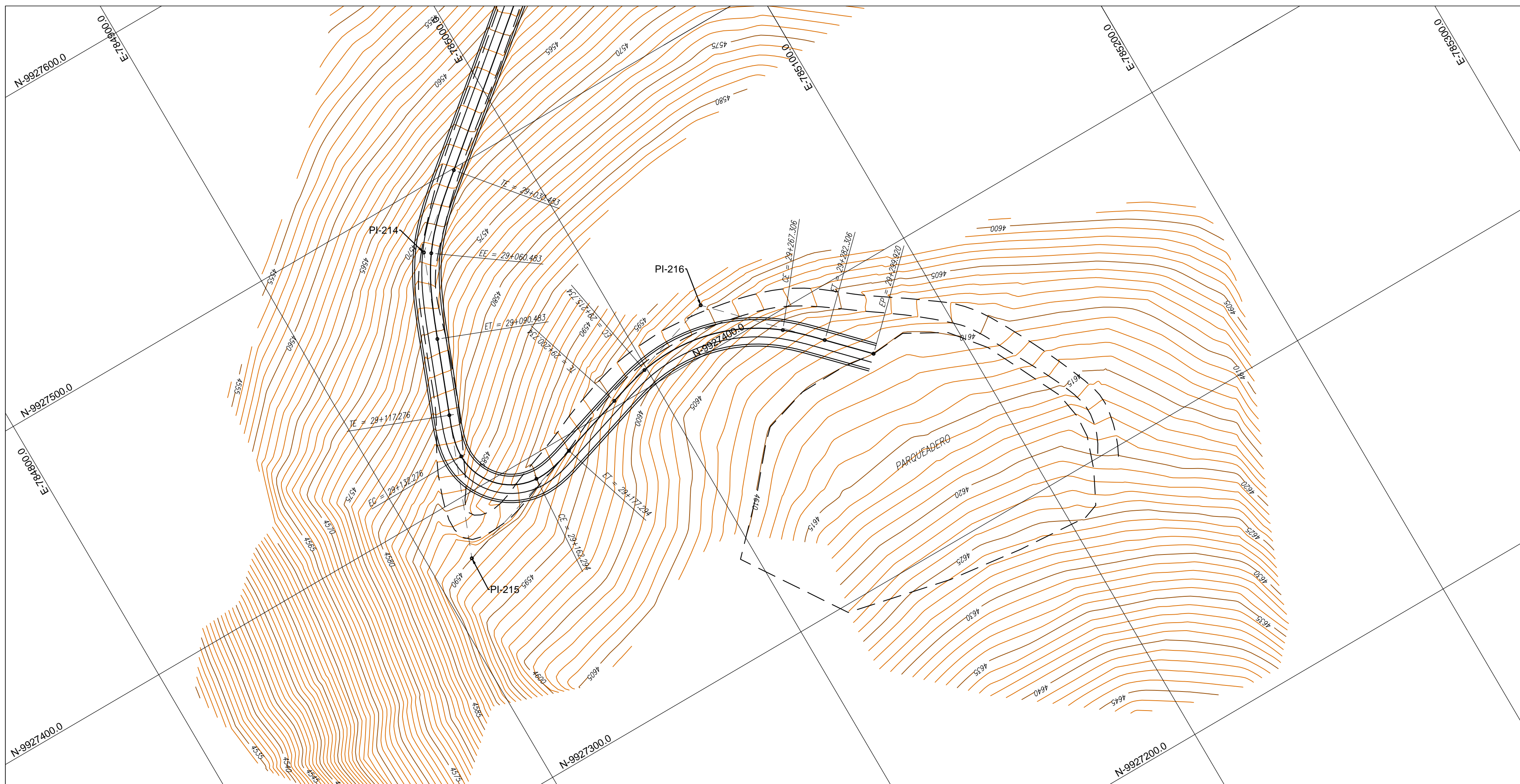
Hoja 28 de 30
ESCALAS: H: 1:1000
V: 1:100

PI No.	LE	LC	R	Dirección	Alfha	PC o TE	EC	CE	PT o ET
209	30		166.06		10	3.27	28+298.884	28+328.884	28+358.884
213	30	17.048	60	I	44	39.95	28+875.043	28+922.091	28+952.091

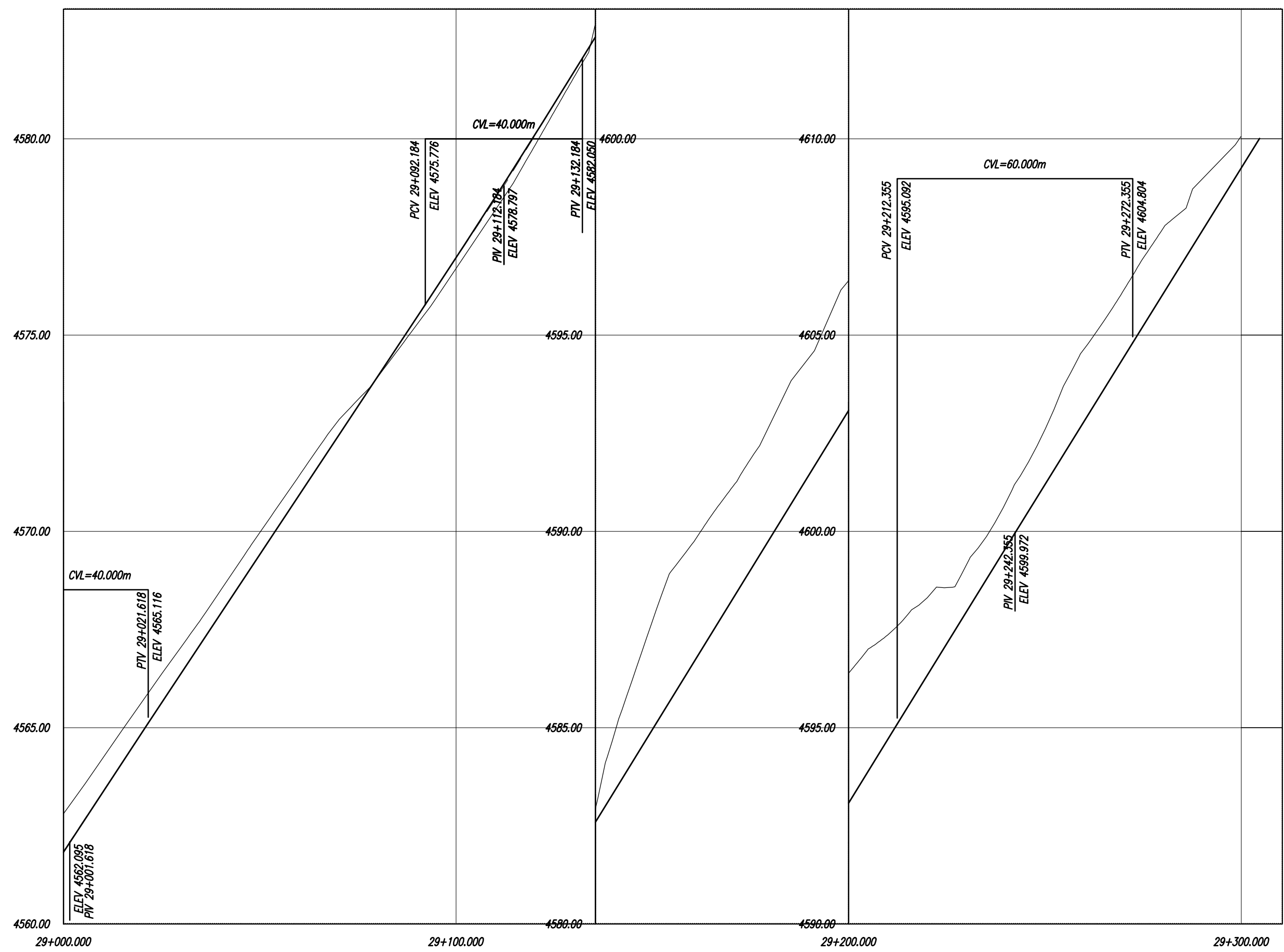
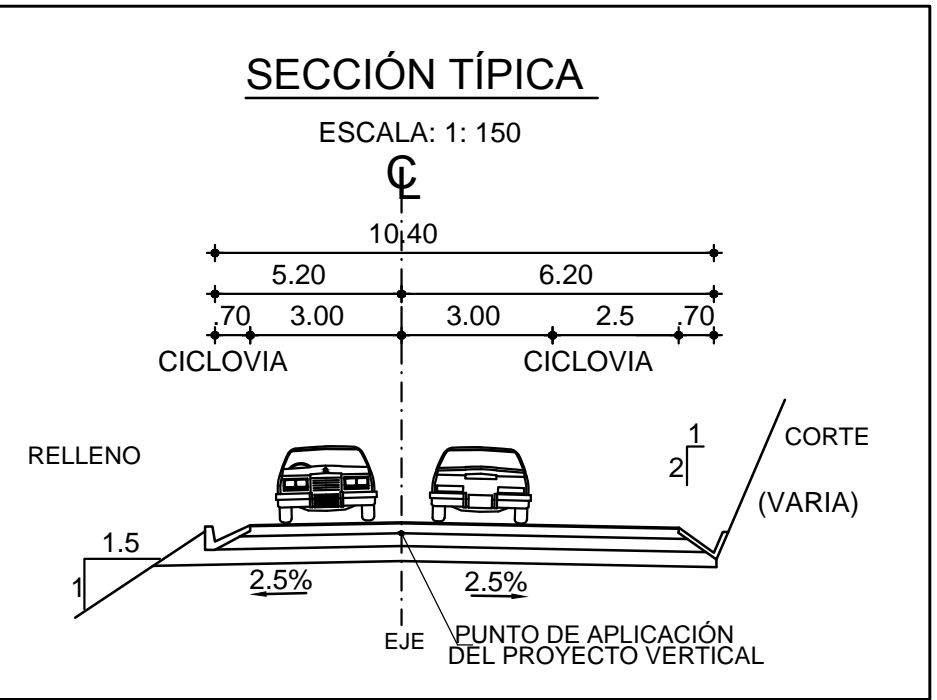
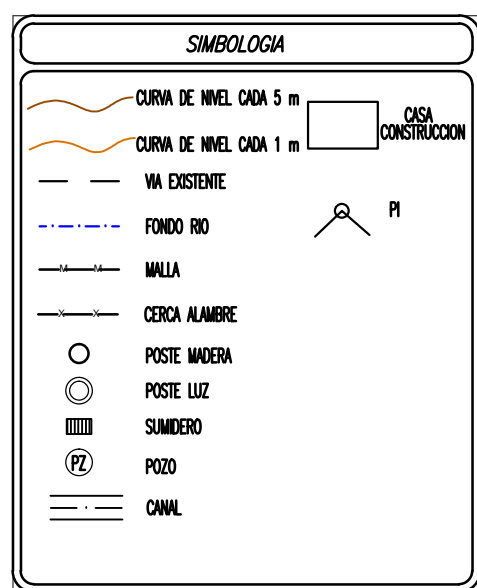
PI No.	LE	LC	R	Dirección	Alfha	PC o TE	EC	CE	PT o ET
208		67.408	30	I	128	22.5047	28+185.616		28+253.024
210		45.062	20	D	129	5	30.563	28+390.048	28+435.110
211		57.783	25	I	132	25	46.2491	28+534.851	28+592.635
212		62.026	25	D	142	9	12.8958	28+666.852	28+728.879



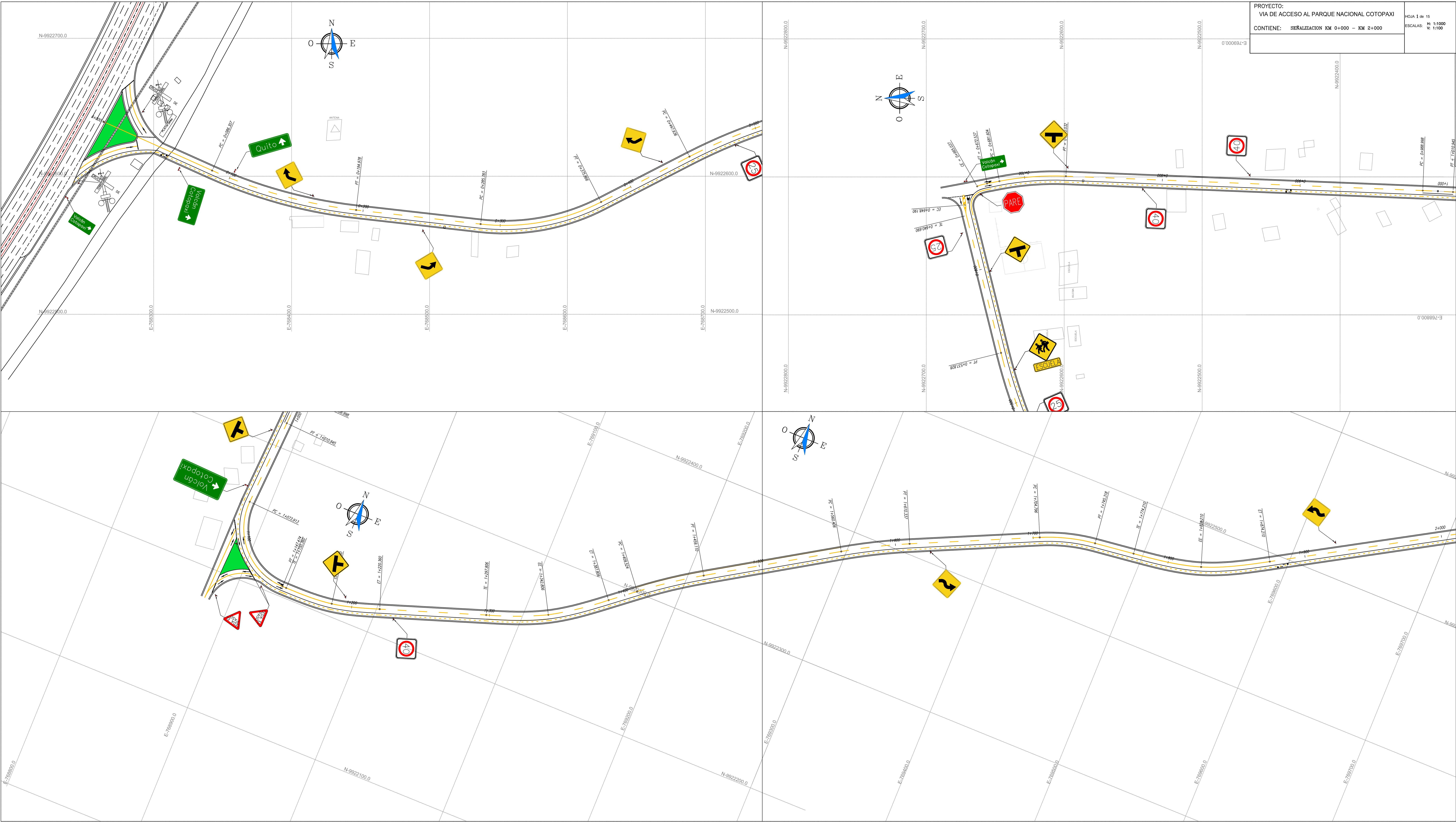
Relleño	Corte	Cota Terreno	Cota Proyecto	Eje Horizontal
28+000.000 442.131	442.131	2.885		
28+000.000 442.309	442.309	2.889		
28+000.000 442.523	442.523	0.307		
28+000.000 442.791	442.791	0.496		
28+000.000 443.257	443.257	1.397		
28+000.000 443.752	443.752	1.588		
28+000.000 444.105	444.105	2.191		
28+000.000 444.835	444.835	1.857		
28+000.000 445.048	445.048	0.789		
28+000.000 445.31	445.31	0.294		
28+000.000 445.996	445.996	1.254		
28+000.000 446.751	446.751	0.899		
28+000.000 447.463	447.463	1.295		
28+000.000 448.147	448.147	1.110		
28+000.000 448.763	448.763	0.413		
28+000.000 449.511	449.511	0.394		
28+000.000 449.912	449.912	0.895		
28+000.000 450.272	450.272	1.825		
28+000.000 450.559	450.559	2.144		
28+000.000 450.729	450.729	2.892		
28+000.000 451.094	451.094	2.892		
28+000.000 451.886	451.886	1.537		
28+000.000 452.689	452.689	0.079		
28+000.000 453.462	453.462	0.899		
28+000.000 454.295	454.295	1.514		
28+000.000 455.096	455.096	0.289		
28+000.000 455.891	455.891	0.113		
28+000.000 456.702	456.702	0.478		
28+000.000 457.501	457.501	0.238		
28+000.000 458.299	458.299	1.453		
28+000.000 459.097	459.097	0.778		
28+000.000 459.897	459.897	0.390		
28+000.000 460.705	460.705	0.155		
28+000.000 461.507	461.507	0.757		
28+000.000 462.304	462.304	0.539		
28+000.000 463.109	463.109	0.539		
28+000.000 463.917	463.917	2.871		
28+000.000 464.718	464.718	4.478		
28+000.000 465.517	465.517	1.889		
28+000.000 466.316	466.316	1.815		
28+000.000 467.119	467.119	0.591		
28+000.000 467.924	467.924	0.465		
28+000.000 468.719	468.719	0.810		
28+000.000 469.517	469.517	1.207		
28+000.000 470.316	470.316	2.133		
28+000.000 471.115	471.115	2.879		
28+000.000 471.918	471.918	2.846		
28+000.000 472.719	472.719	2.814		
28+000.000 473.519	473.519	2.165		
28+000.000 474.319	474.319	1.855		
28+000.000 475.119	475.119	1.273		
28+000.000 475.919	475.919	0.899		



PI No.	LE	LC	R	Dirección	Alfha			PC o TE	EC	CE	PT o ET
214	30		59.431		28	55	19.13	29+030.483	29+060.483	29+060.483	29+090.483
215	15	30.018	20	I	128	58	1.47	29+117.276	29+132.276	29+162.294	29+177.294
216	15	51.572	60	D	63	34	16.75	29+200.734	29+215.734	29+267.306	29+282.306

[illegible]

PLANOS DE SEÑALIZACIÓN

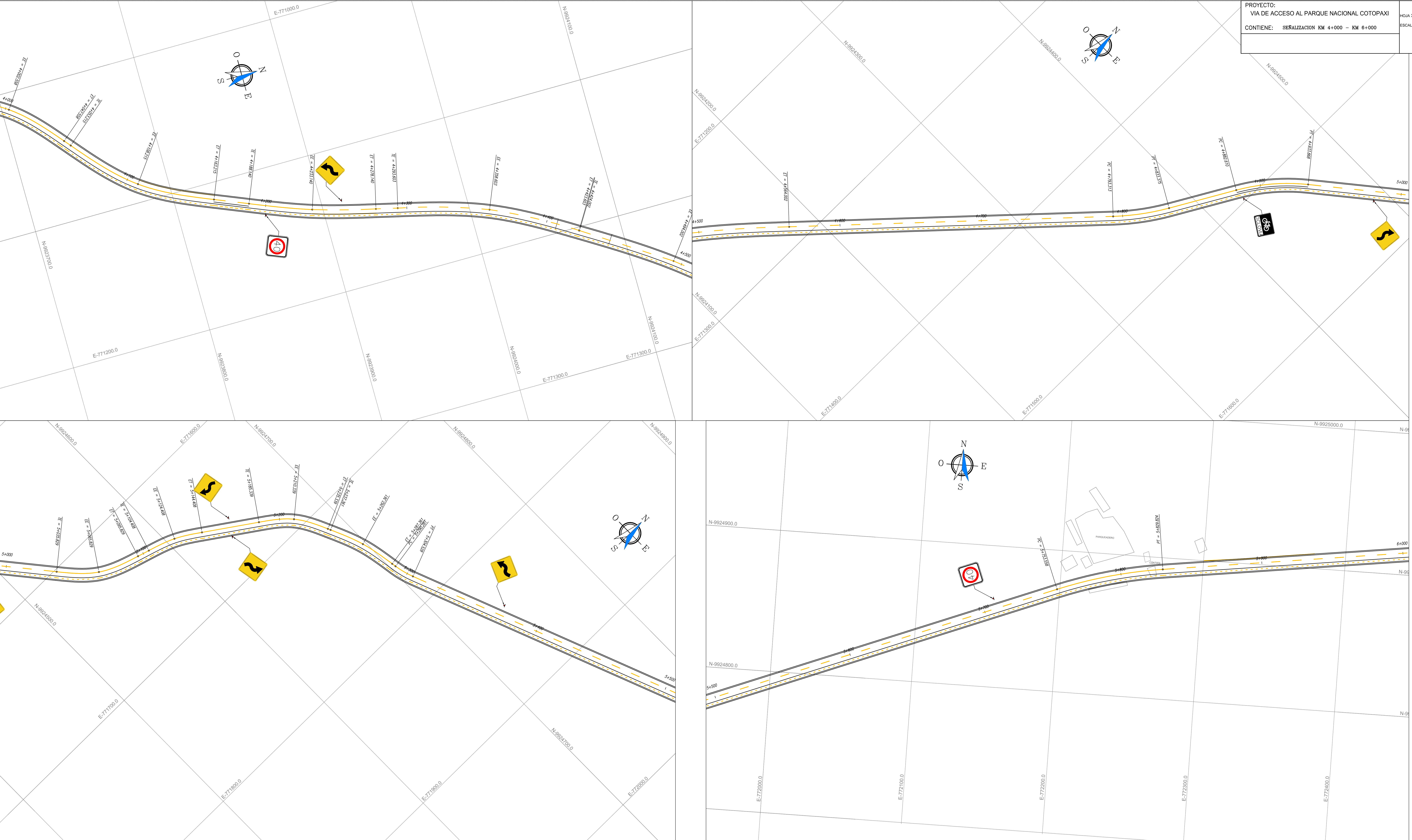
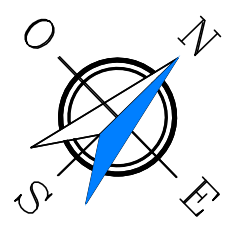
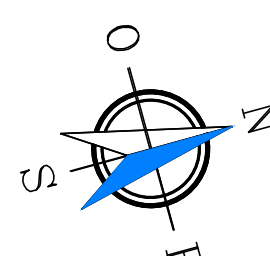
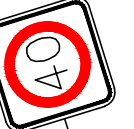
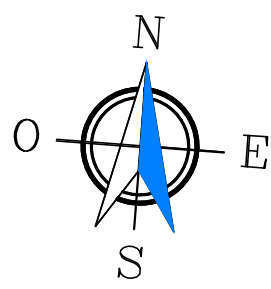
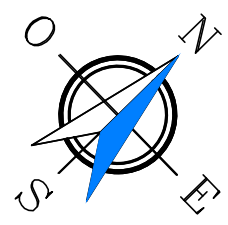


PROYECTO:
VIA DE ACCESO AL PARQUE NACIONAL COTOPAXI
CONTIENE: SEÑALIZACION KM 0+000 - KM 2+000

HOJA 1 de 15
ESCALAS: H: 1:1000
V: 1:100

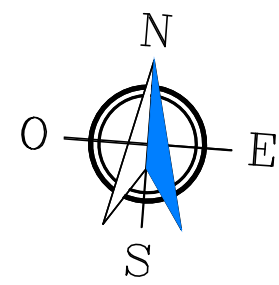
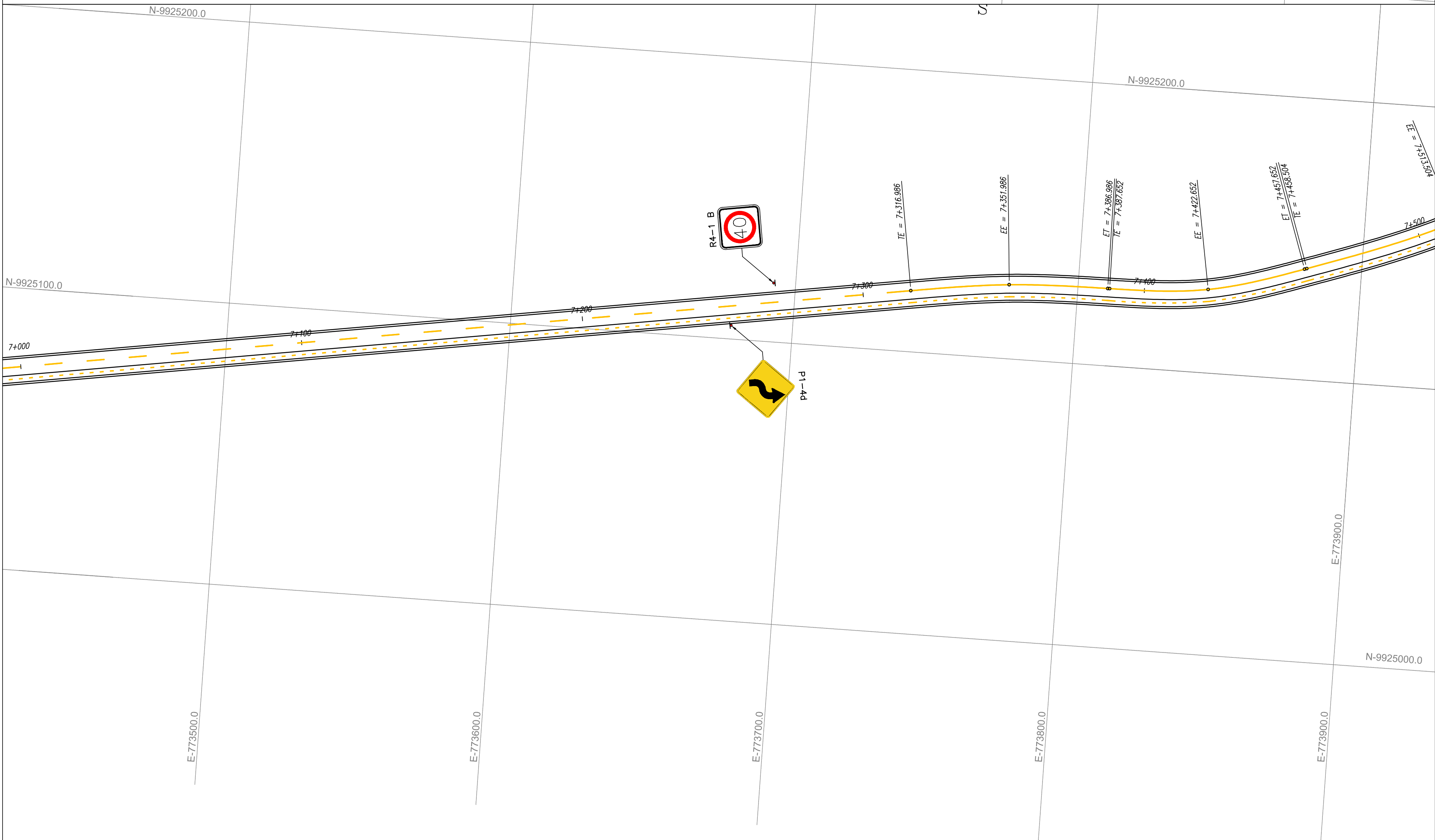
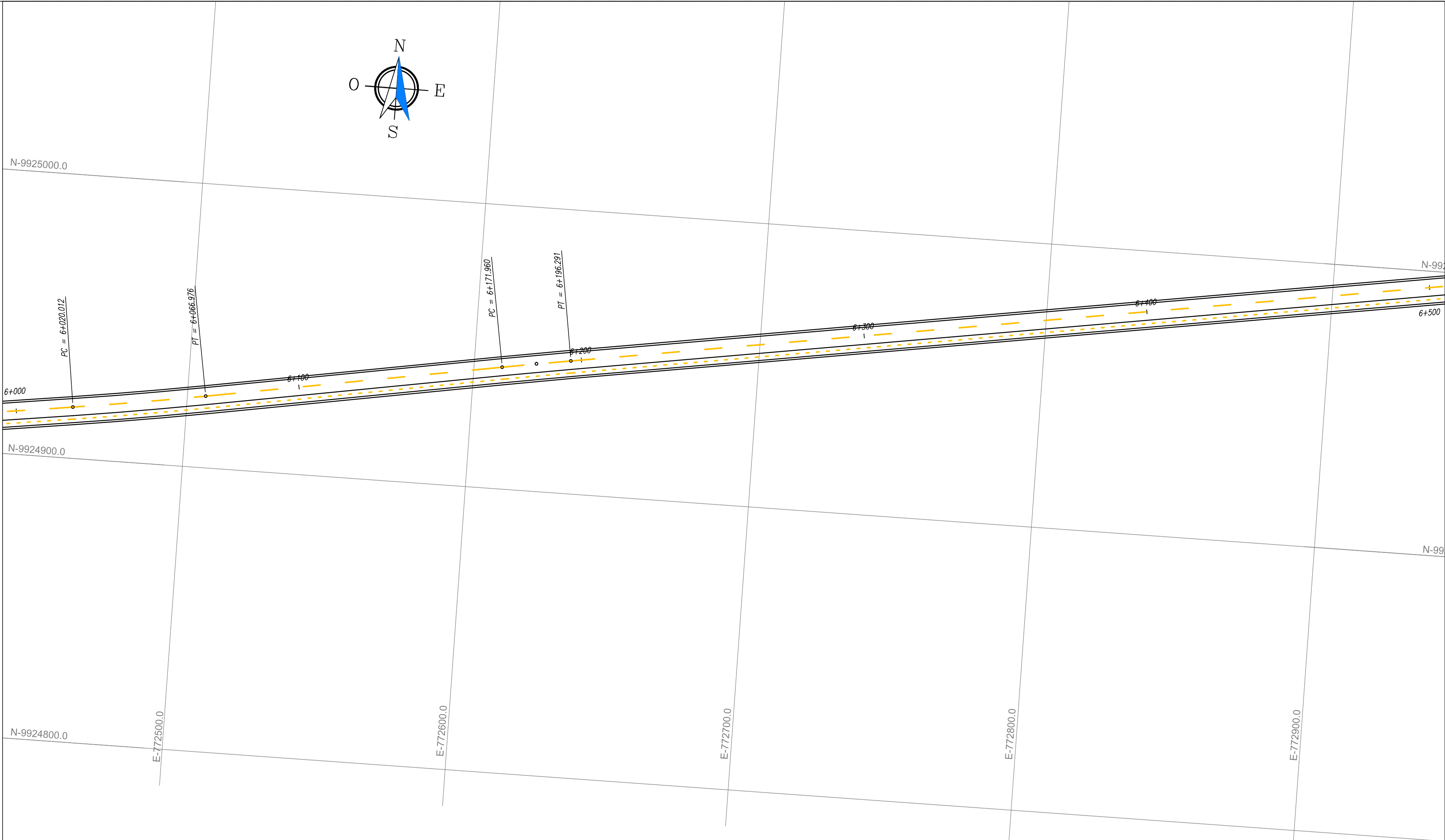
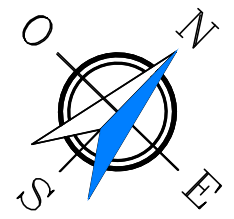
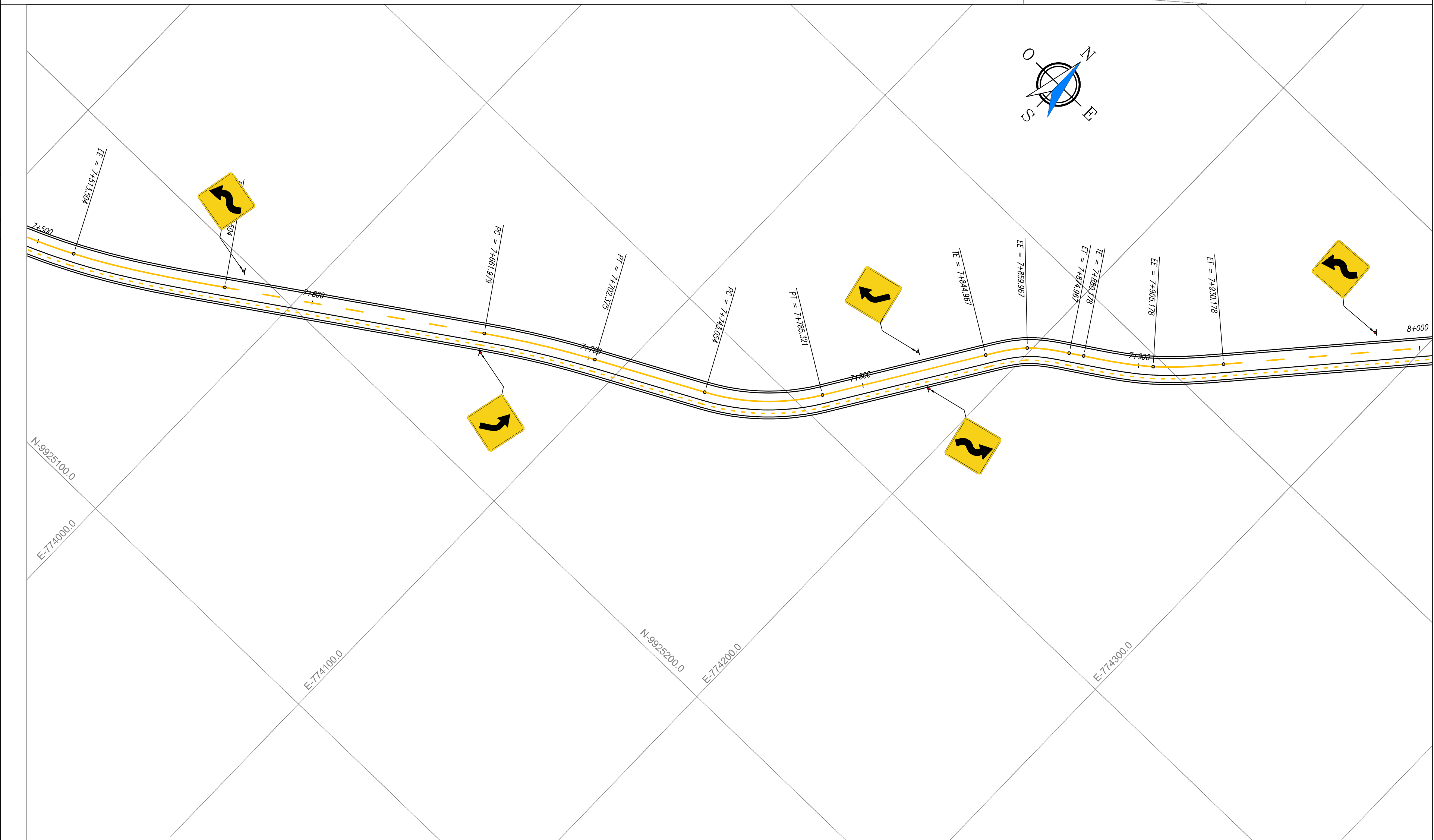
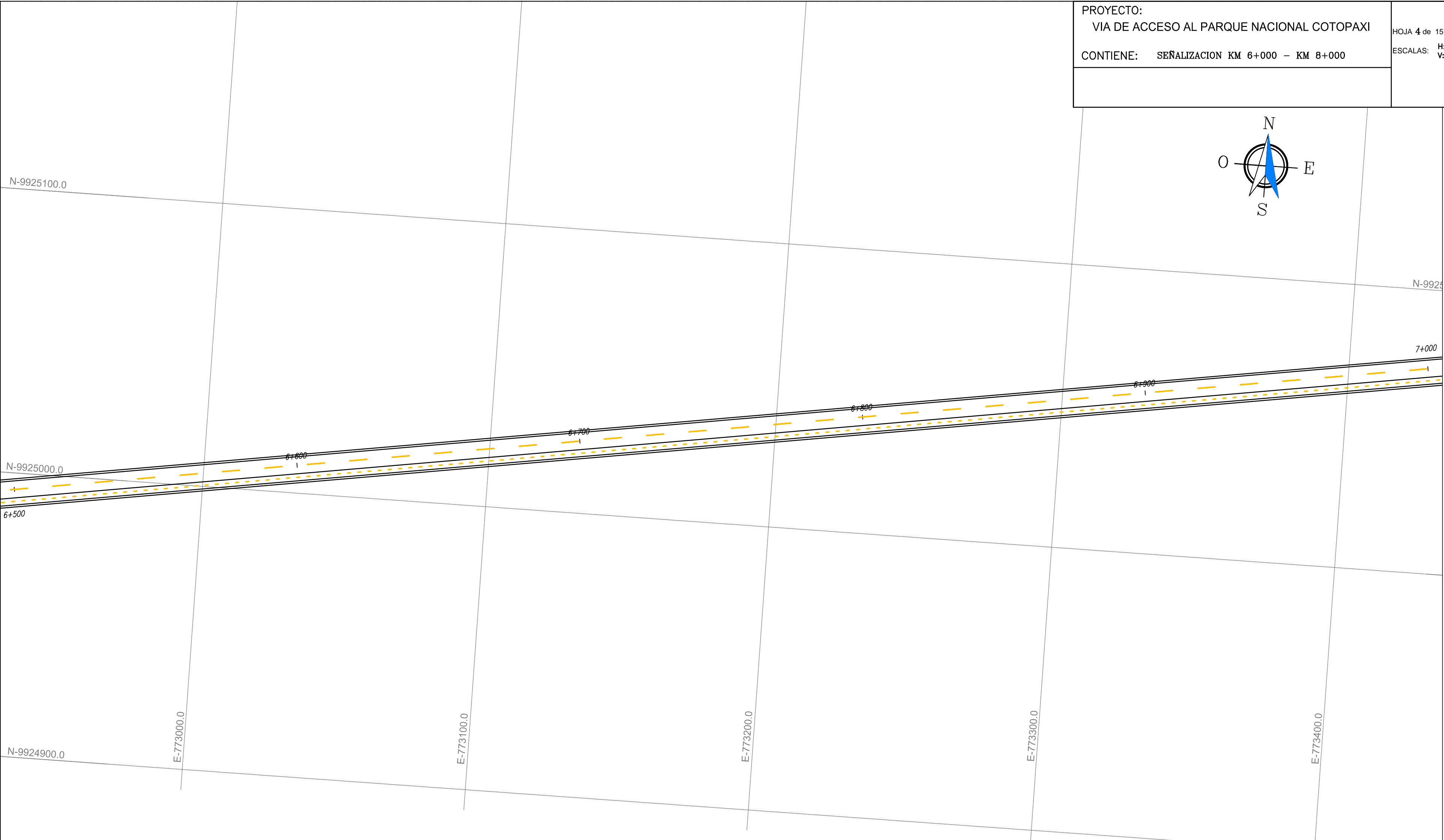
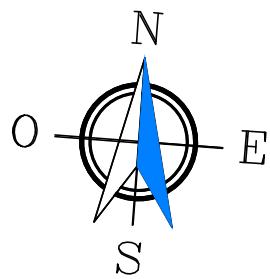
PROYECTO:
VIA DE ACCESO AL PARQUE NACIONAL COTOPAXI
CONTIENE: SEÑALIZACION KM 4+000 - KM 6+000

HOJA 3 de 15
ESCALAS: H: 1:1000
V: 1:100



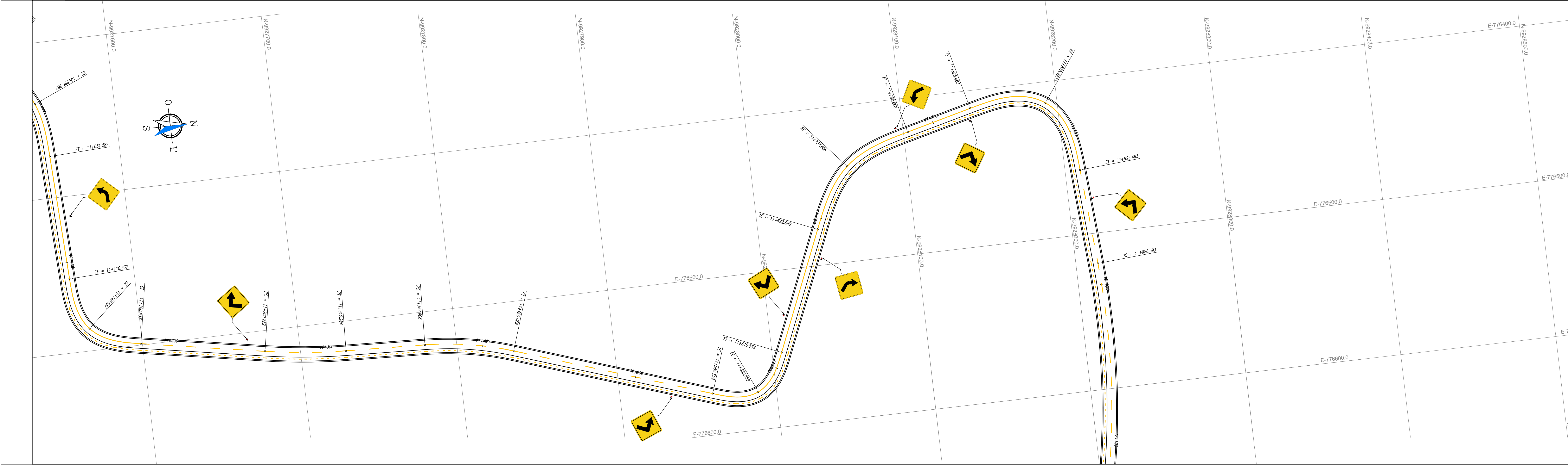
PROYECTO:
VIA DE ACCESO AL PARQUE NACIONAL COTOPAXI
CONTIENE: SEÑALIZACION KM 6+000 - KM 8+000

HOJA 4 de 15
ESCALAS: H: 1:1000
V: 1:100



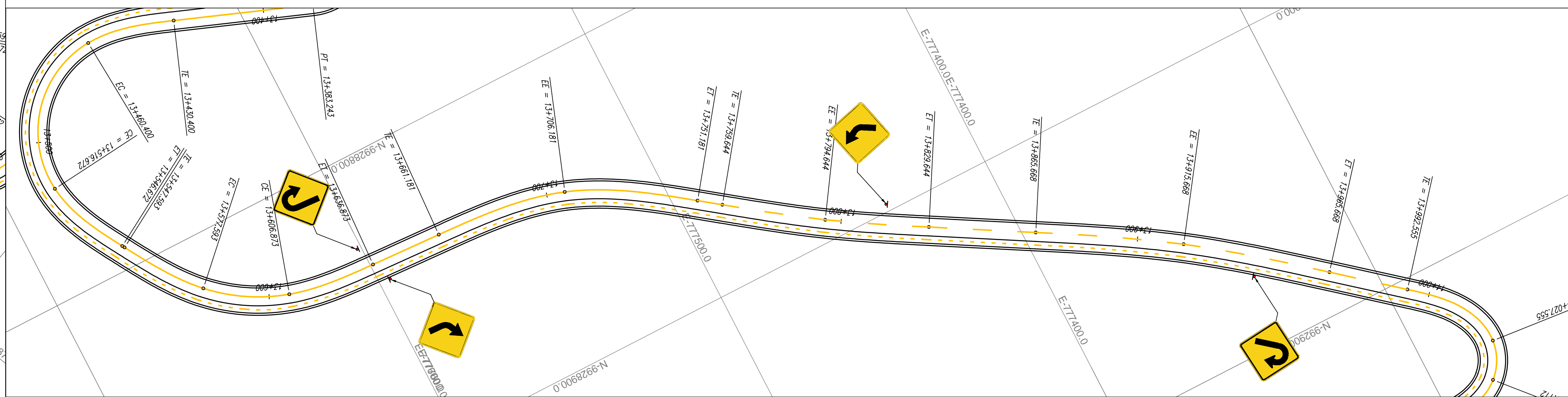
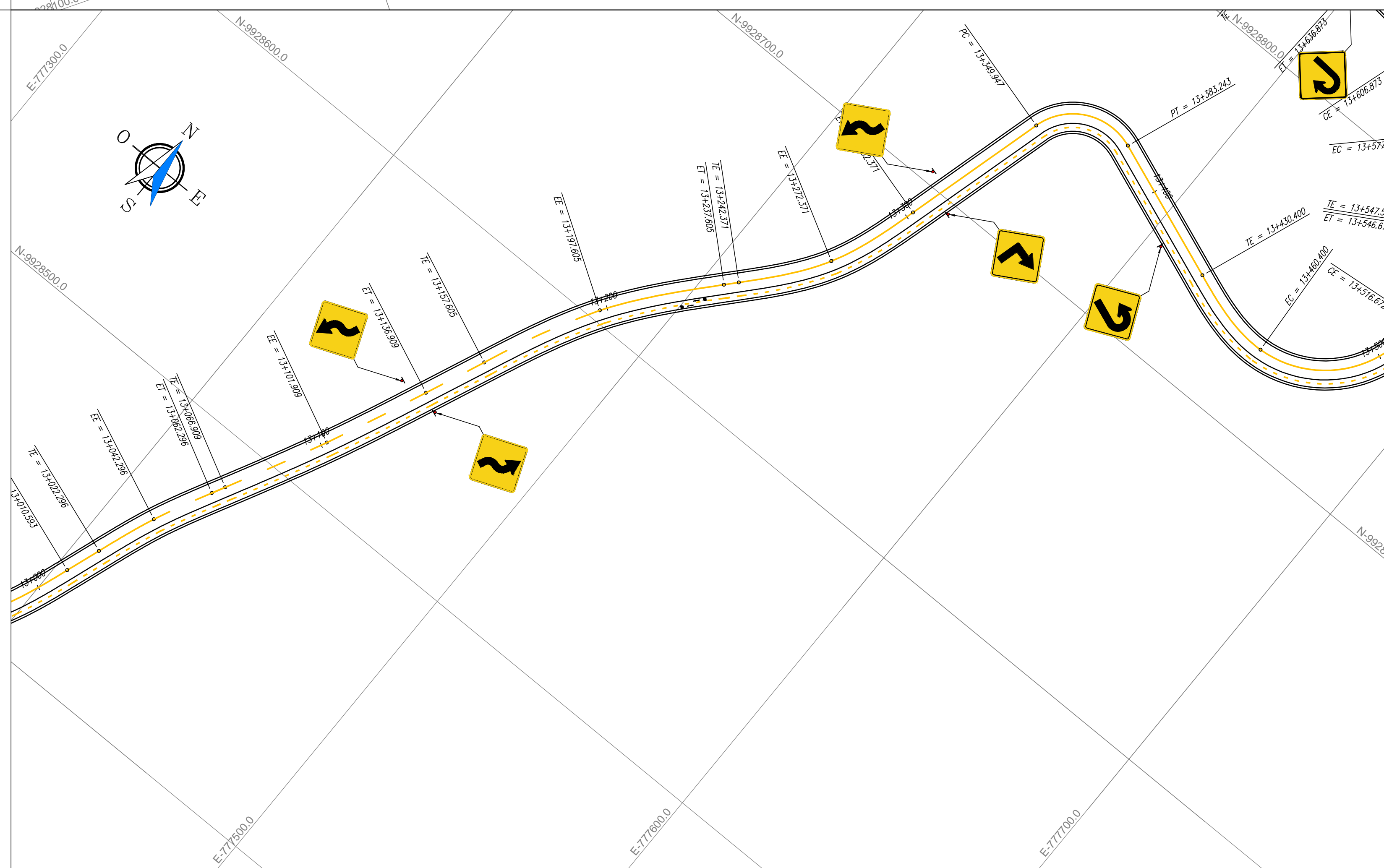
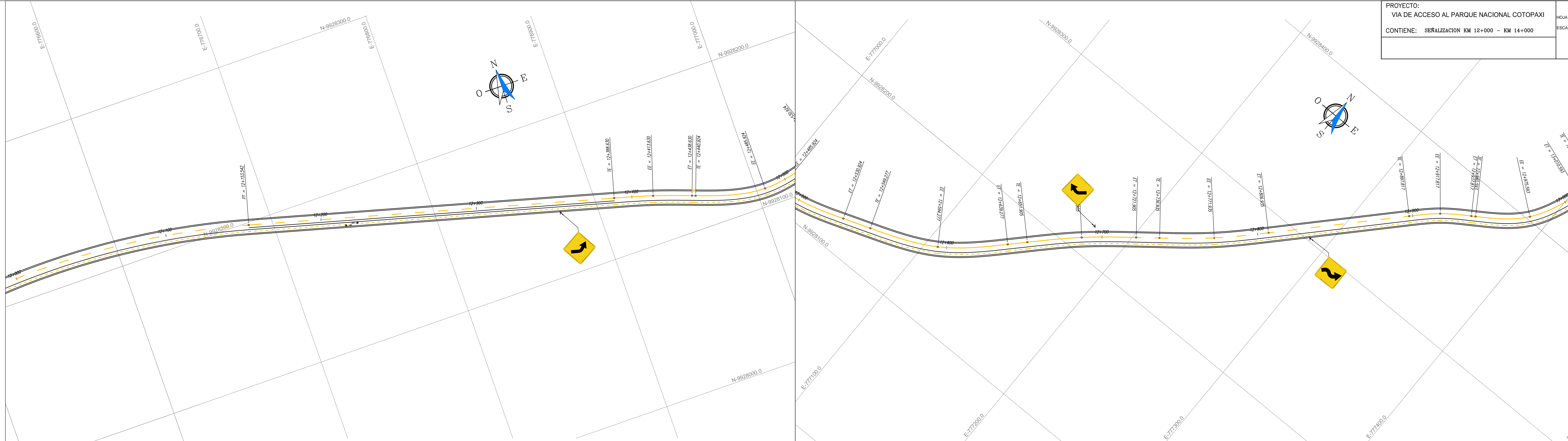
PROYECTO:
VIA DE ACCESO AL PARQUE NACIONAL COTOPAXI
CONTIENE: SEÑALIZACION KM 10+000 - KM 12+000

HOJA 6 de 15
ESCALAS: H: 1:1000
V: 1:100



PROYECTO:
VIA DE ACCESO AL PARQUE NACIONAL COTOPAXI
CONTIENE: SEÑALIZACION KM 12+000 - KM 14+000

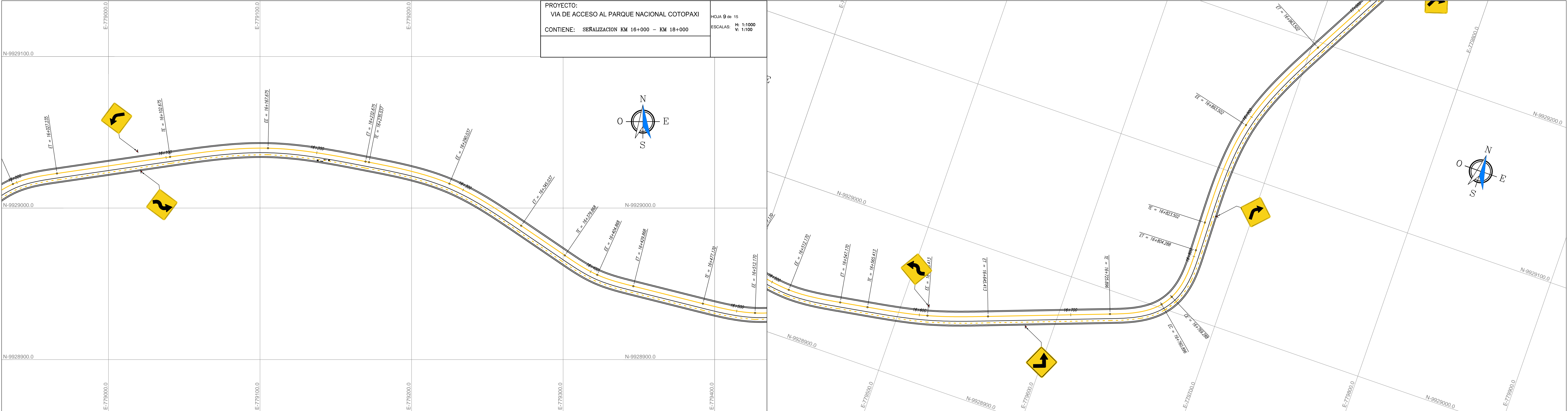
HOJA 7 de 15
ESCALAS: H: 1:1000
V: 1:100



PROYECTO:
VIA DE ACCESO AL PARQUE NACIONAL COTOPAXI
CONTIENE: SEÑALIZACION KM 14+000 - KM 16+000

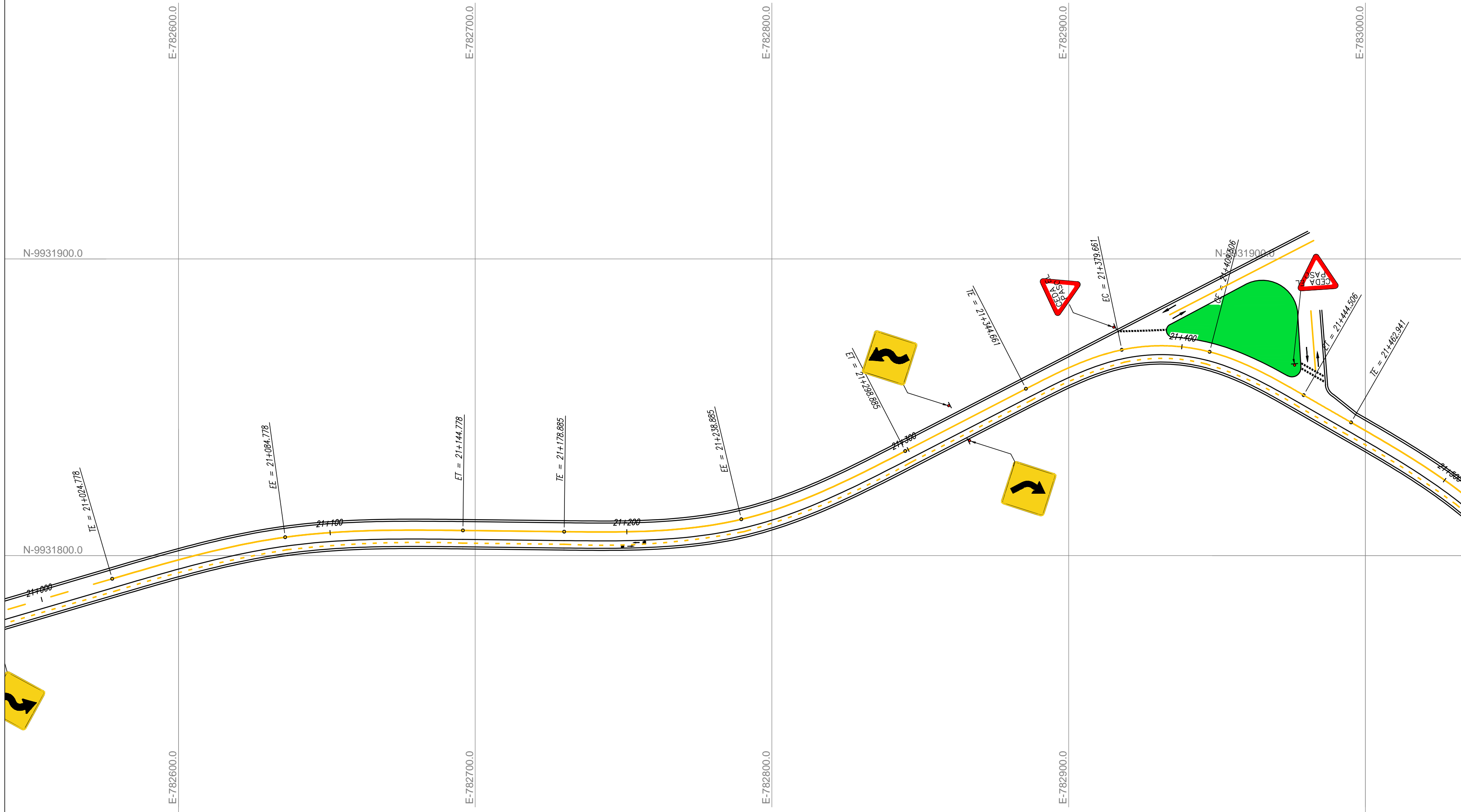
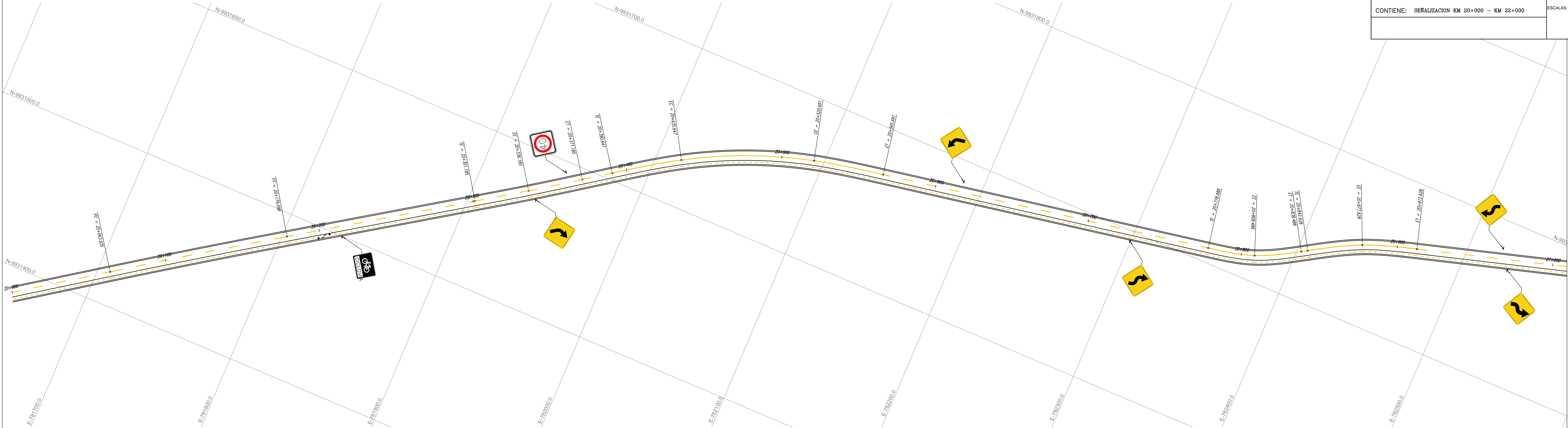
HOJA 8 de 15
ESCALAS:
H: 1:1000
V: 1:100





PROYECTO:
VIA DE ACCESO AL PARQUE NACIONAL COTOPAXI
CONTIENE: SEÑALIZACION KM 20+000 - KM 22+000

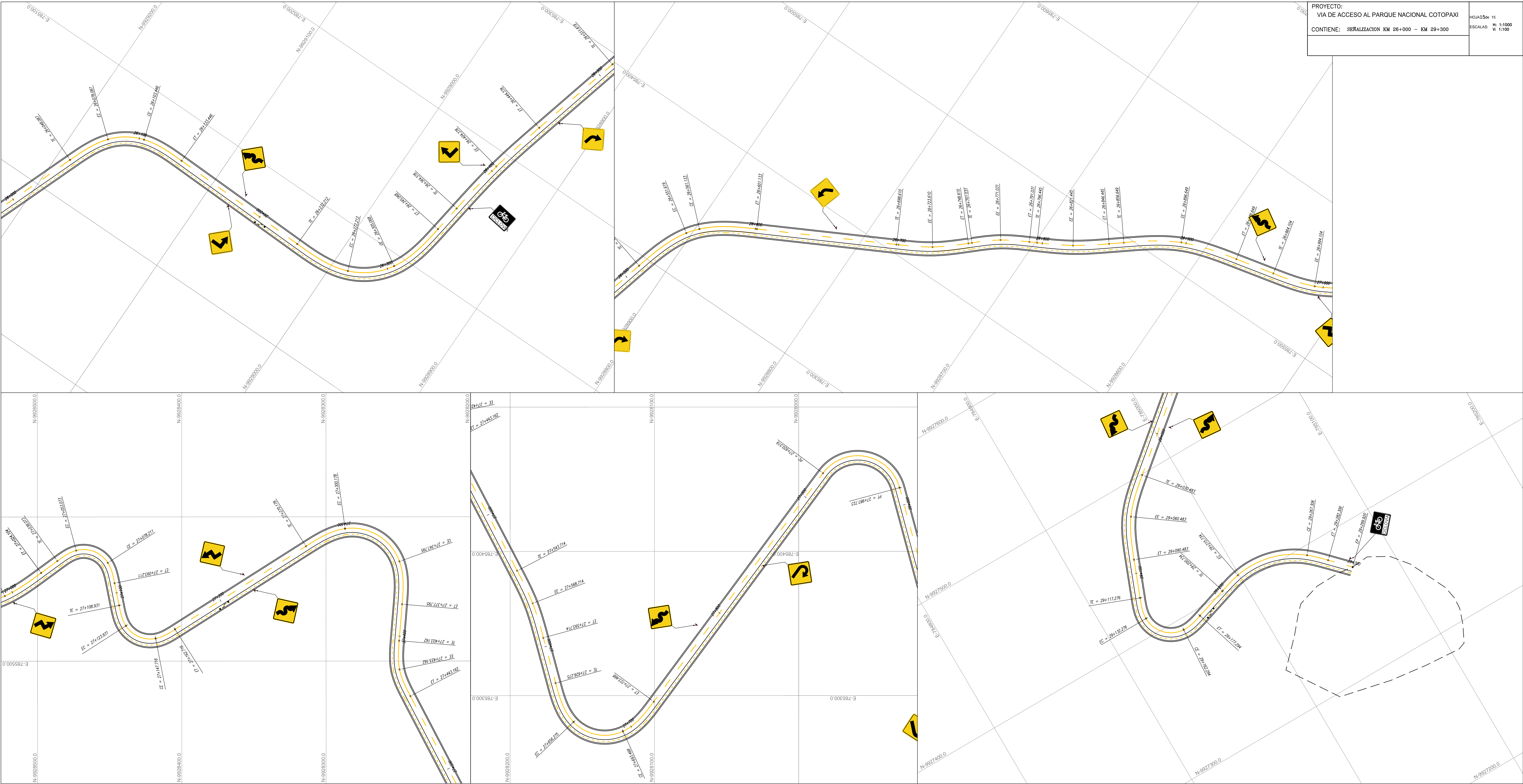
HOJA 12 de 15
ESCALAS: H: 1:1000
V: 1:100



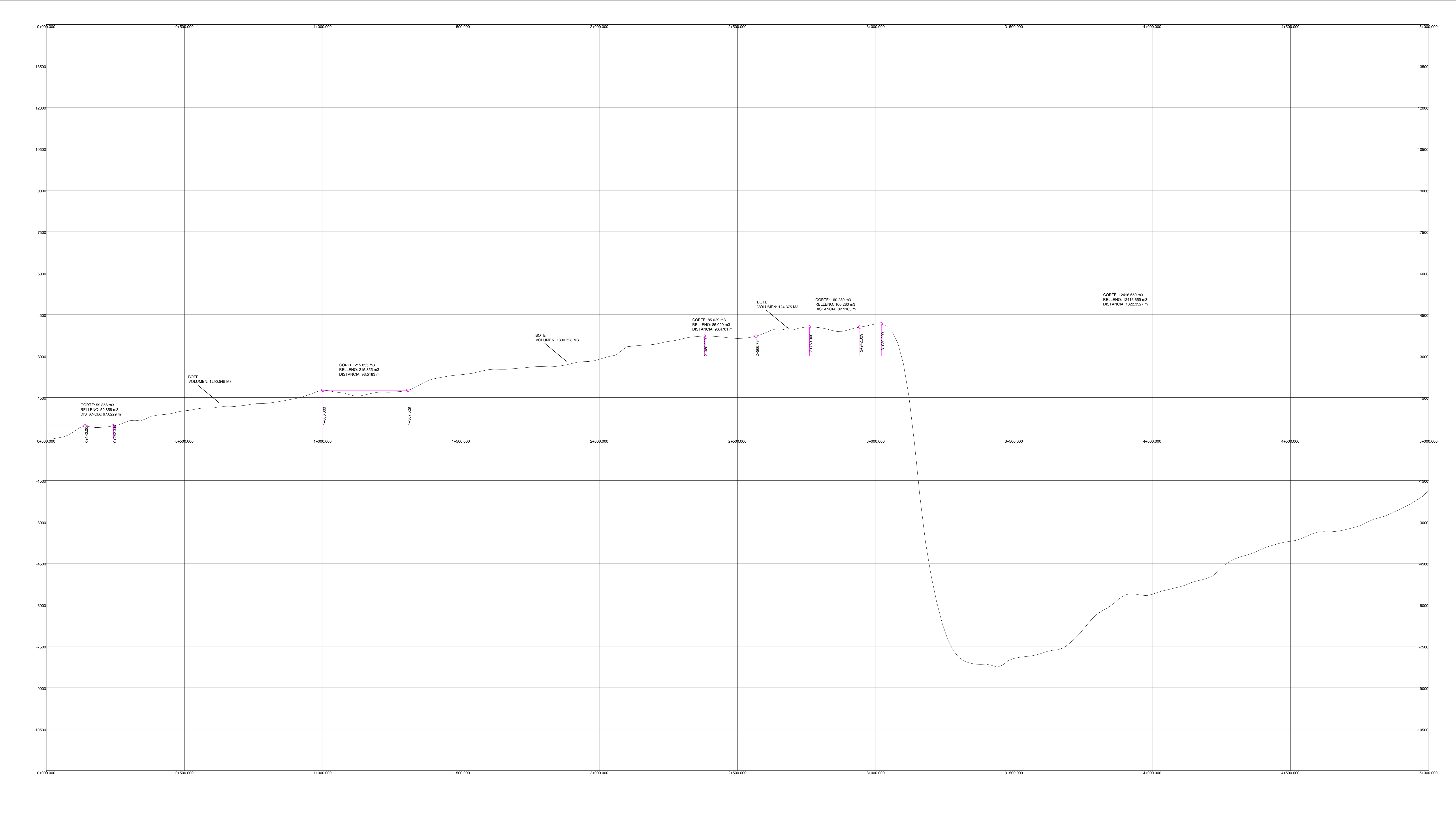


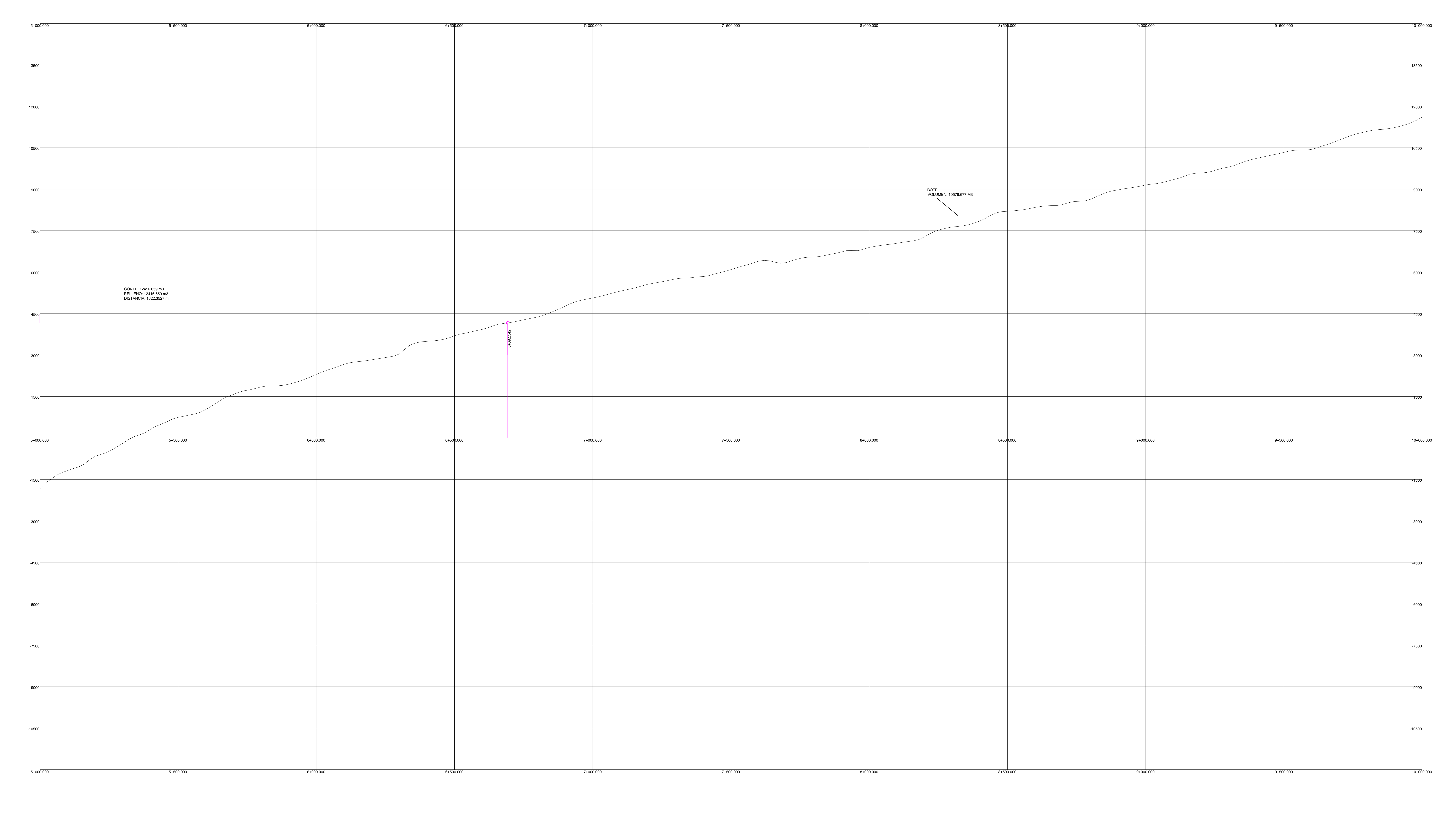
PROYECTO:
VIA DE ACCESO AL PARQUE NACIONAL COTOPAXI
CONTIENE: SEÑALIZACION KM 26+000 - KM 29+300

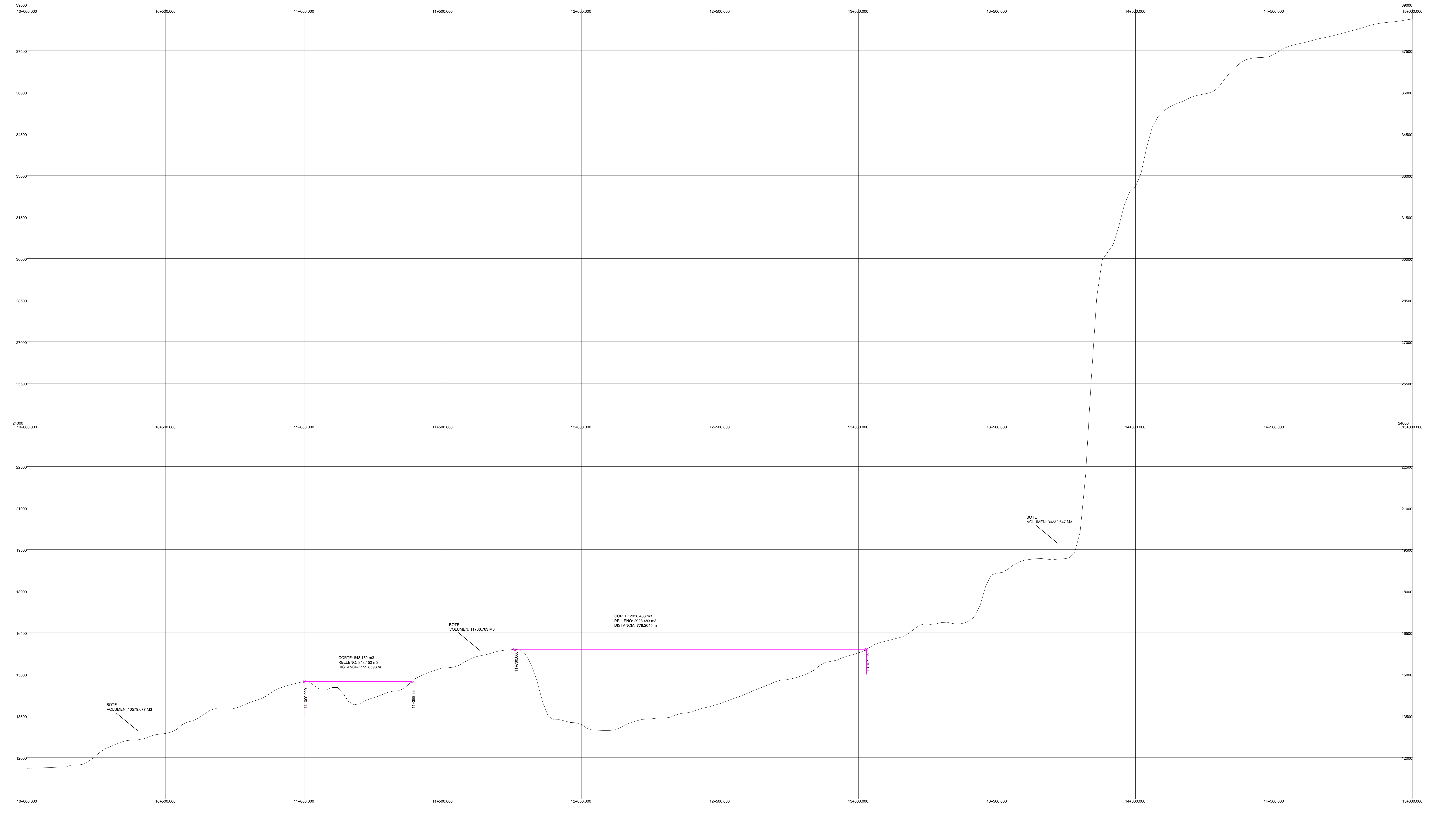
H.OJA15de 15
ESCALAS: H: 1:1000
V: 1:100

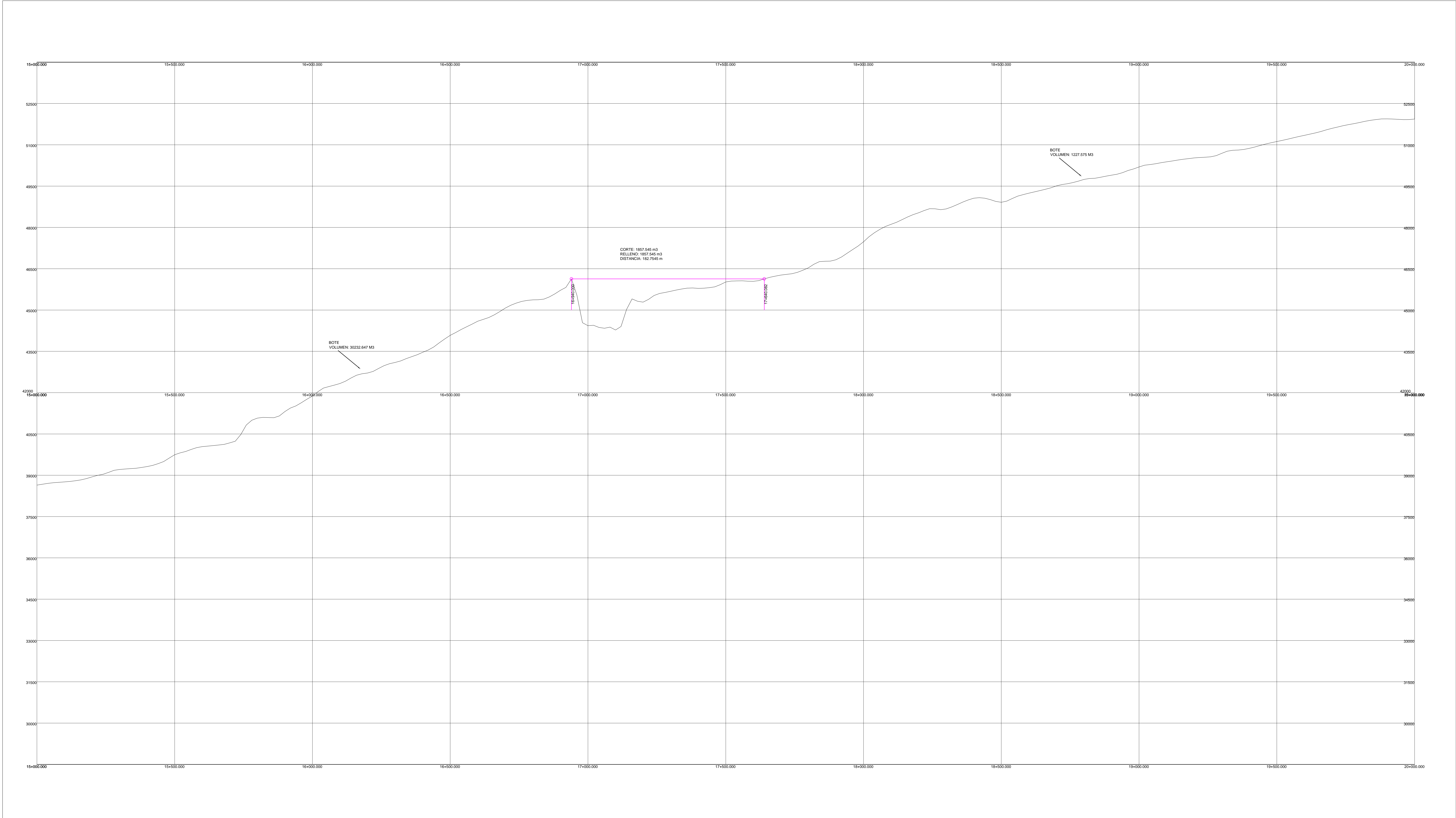


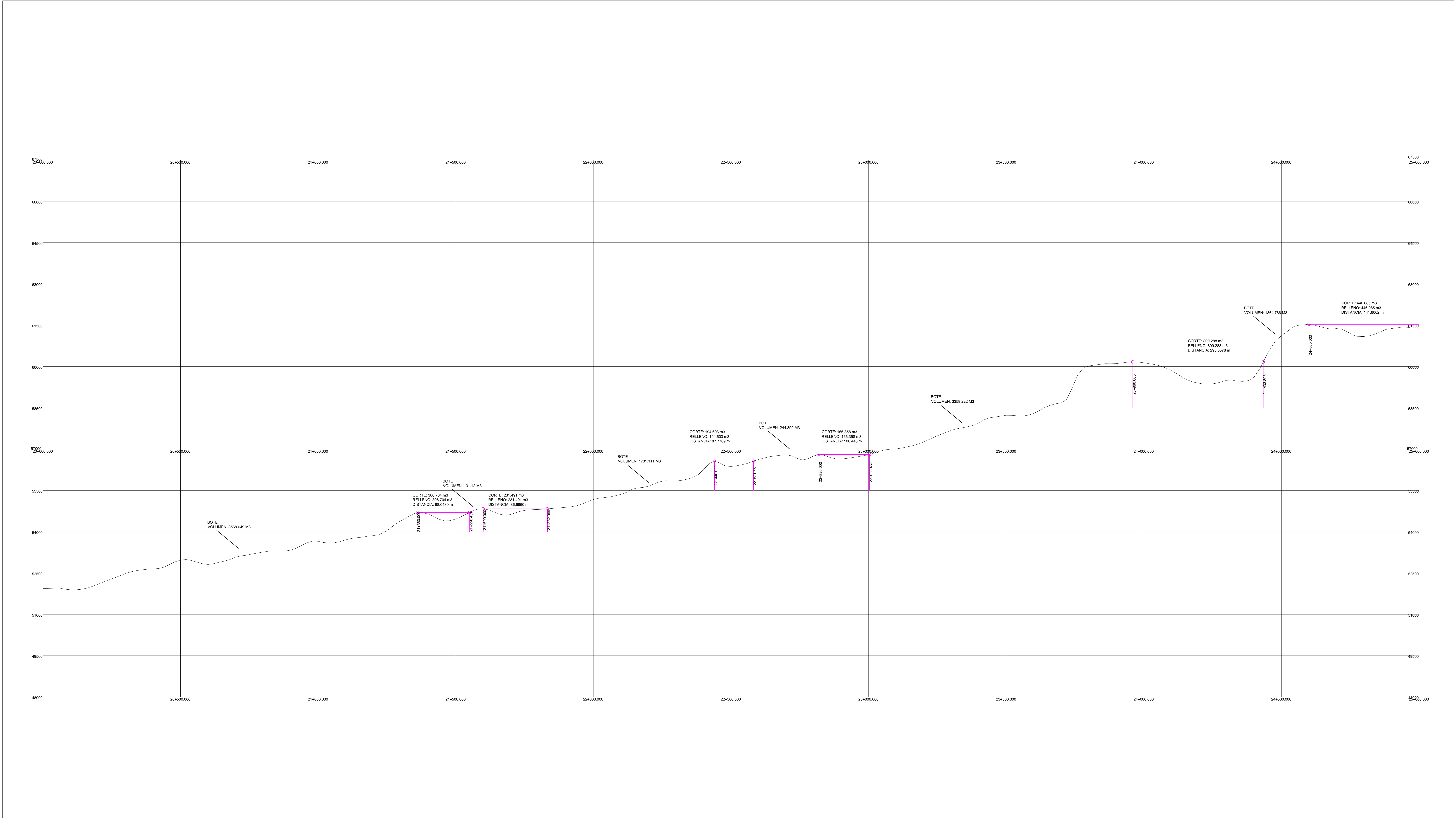
CURVA DE MASAS

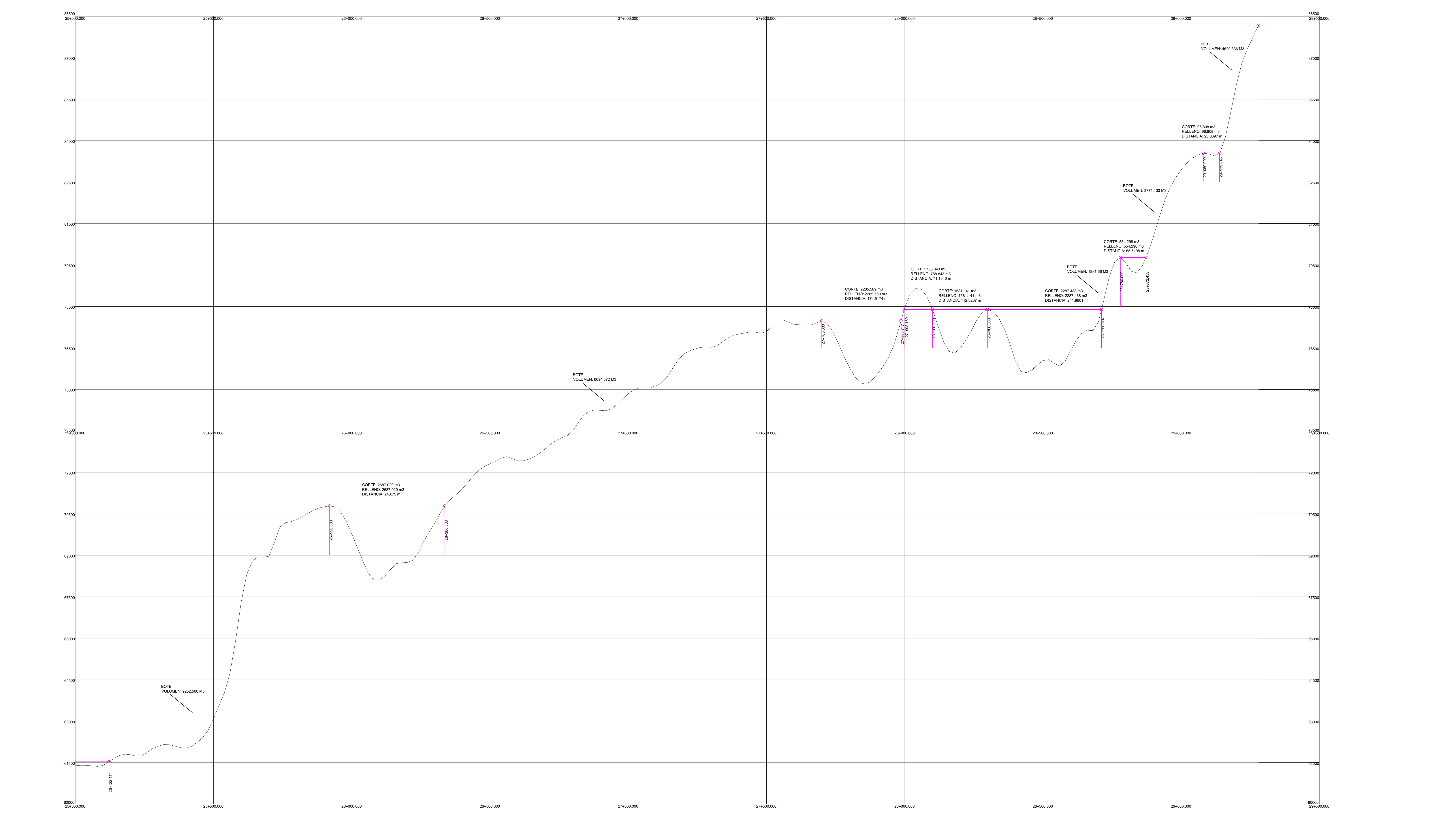












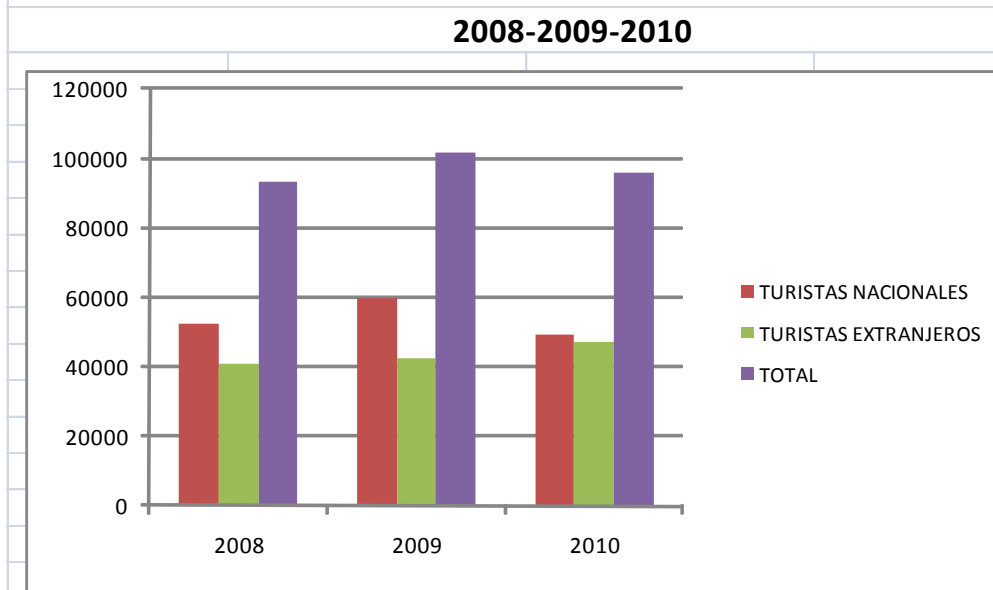
ESTUDIO DE TRÁFICO

Estudio de tráfico.

Se gestionó la información estadística que dispone el Ministerio del Ambiente que es la siguiente:

CUADRO N° 1. RESUMEN DE VISITAS AL PARQUE NACIONAL COTOPAXI SEGÚN NACIONALIDAD 2008-2009-2010			
AÑOS	TURISTAS NACIONALES	TURISTAS EXTRANJEROS	TOTAL
2008	52327	40753	93080
2009	59513	42369	101882
2010	49021	46951	95972

GRAFICO N° 1: RESUMEN DE VISITAS AL PARQUE NACIONAL COTOPAXI SEGÚN NACIONALIDAD

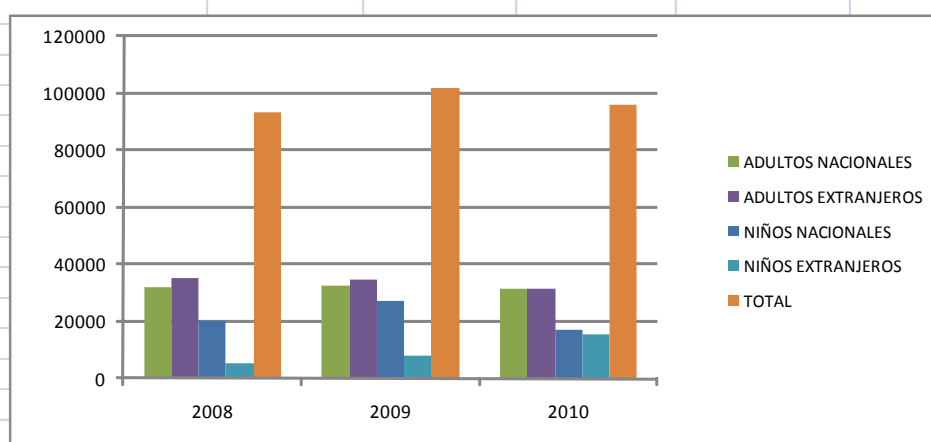


FUENTE: MINISTERIO DEL AMBIENTE

**CUADRO N° 2. INFORME DE VISITAS AL PARQUE NACIONAL COTOPAXI SEGÚN NACIONALIDAD Y GRUPO DE EDAD
2008-2009-2010**

AÑOS	ADULTOS NACIONALES	ADULTOS EXTRANJEROS	NIÑOS NACIONALES	NIÑOS EXTRANJEROS	TOTAL
2008	31848	35261	20479	5492	93080
2009	32323	34483	27190	7886	101882
2010	31689	31707	17332	15244	95972

**GRAFICO N° 2: INFORME DE VISITAS AL PARQUE NACIONAL COTOPAXI SEGÚN NACIONALIDAD Y GRUPO DE EDAD
2008-2009-2010**



FUENTE: MINISTERIO DEL AMBIENTE

ESTADISTICA DE VEHICULOS REGISTRADOS EN INGRESO A PARQUE NACIONAL COTOPAXI

AÑO	MES	N° VEHICULOS INGRESAN AL PNC
2010	ENERO	1817
	FEBRERO	736
	MARZO	1349
	ABRIL	1377
	MAYO	1661
	JUNIO	1173
	JULIO	2243
	AGOSTO	2749
	SEPTIEMBRE	1455
	OCTUBRE	1676
	NOVIEMBRE	2099
	DICIEMBRE	1511
2011	ENERO	2262
	FEBRERO	1648
	MARZO	2212

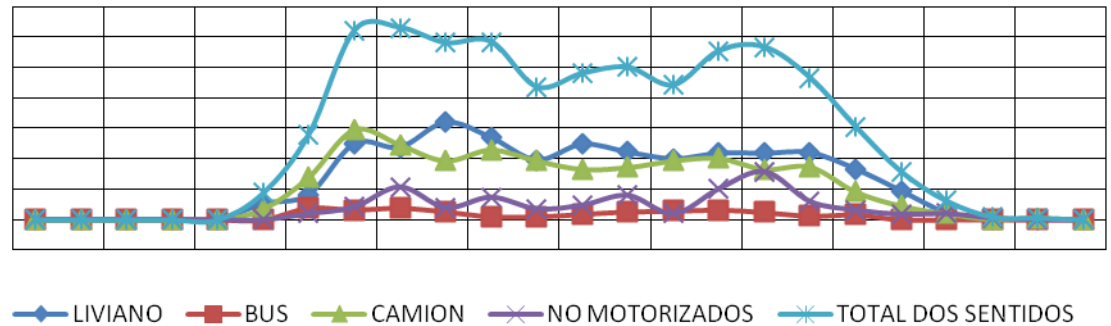
La información proporcionada por el MAE, ha sido procesada y utilizada en la determinación de los factores (mensual y anual) para el cálculo del TPDA y decisiones para la tasa de crecimiento.

TOTAL TRAFICO SEMANAL POR TIPO DE VEHICULO. DISTRIBUCION HORARIA (DOS SENIDOS DE CIRCULACIÓN)

INGRESAN Y SALEN DEL COTOPAXI

HORA	LIVIANO	BUS	CAMION	NO MOTORIZADOS	TOTAL DOS SENTIDO S
1:00	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0
6:00	26	0	18	0	44
7:00	41	19	70	10	140
8:00	125	16	148	21	310
9:00	119	19	123	54	315
10:00	160	13	97	20	290
11:00	135	5	115	37	292
12:00	98	5	97	18	218
13:00	124	9	83	24	240
14:00	111	13	86	40	250
15:00	100	14	97	10	221
16:00	109	16	101	51	277
17:00	109	12	83	79	283
18:00	110	6	87	30	233
19:00	83	8	46	16	153
20:00	47	0	23	9	79
21:00	11	0	10	10	31
22:00	1	0	1	3	5
23:00	0	0	3	0	3
0:00	0	0	0	0	0
TOTAL	1509	155	1288	432	3384
porcentaje	44,6%	4,6%	38,1%	12,8%	100,0%

DISTRIBUCIÓN DEL TRAFICO SEMANAL (ingresan y salen del Parque Nacional Cotopaxi)



Los resultados de la consolidación de los datos del tráfico horario durante la semana de investigación indican lo siguiente:

- La hora pico de los ingresos de todo tipo de vehículo a la zona del proyecto se da entre las 9H01 y 10H00 (185 vehículos), y coincide con el pico de vehículos livianos (113 vehículos).
- La hora pico de la salida de tráfico de la zona del proyecto se da entre las 16H01 y 17H00 (208 vehículos) y también coincide con el pico de vehículos livianos (82 vehículos).
- Los camiones transitan desde las 5:45 y su pico de ingreso a la zona del proyecto se da entre las 7H01 y 8H00 (80 camiones).
- Respecto a la salida de livianos y camiones, no existe una hora pico determinante, mas bien, el flujo de salida de la zona del proyecto es muy regular, como se indica en los cuadros y gráficos anteriores.
- En cuanto a los vehículos no motorizados (bicicletas y motos), se evidencia un flujo representativo de desplazamiento que salen del parque con un pico

de 16:01 a 17:00 (64 bicicletas), lo cual debe tomarse en cuenta para la definición de las características de la vía.

- Los buses, por su pequeño número, reflejan un comportamiento casi uniforme, con mayores flujos de ingreso a las 7H00 por el transporte de trabajadores y estudiantes (13 buses); y, de 9H01 a 10H00 por el transporte turístico (13 buses).
- La salida de los buses es casi uniforme con un pico de 15H01 a 16H00 que salen del parque los buses de turismo (12 buses).
- Al análisis del flujo vehicular en los dos sentidos de circulación indica que el pico de la mañana se dá entre las 8H01 y 9H00 (315 vehiculos); y de la tarde de 16H01 a 17H00 (283 vehiculos);
- Entre las 8h00 y 18h00 se dá el mayor movimiento vehicular en la zona del proyecto. Fuera de este período baja notablemente el flujo de vehículos.

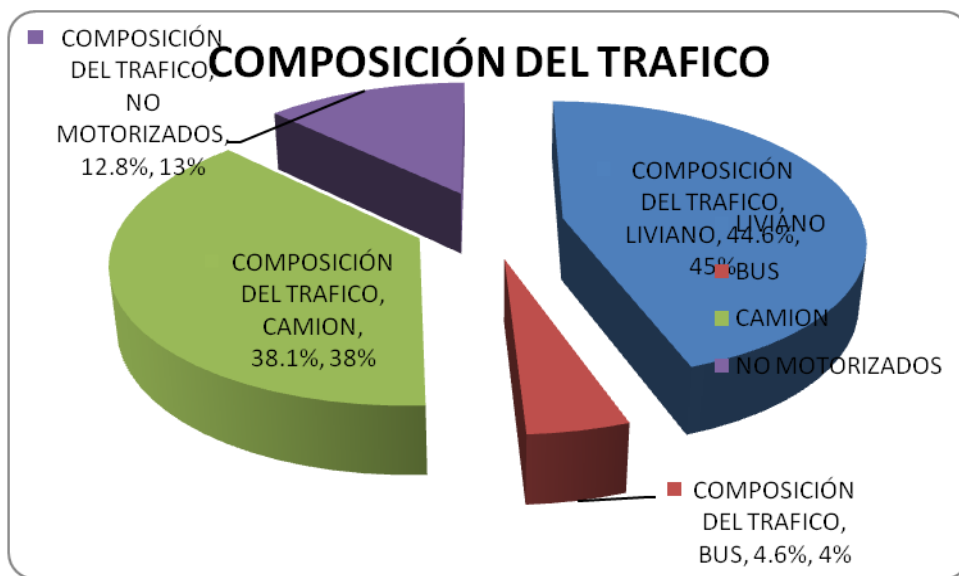
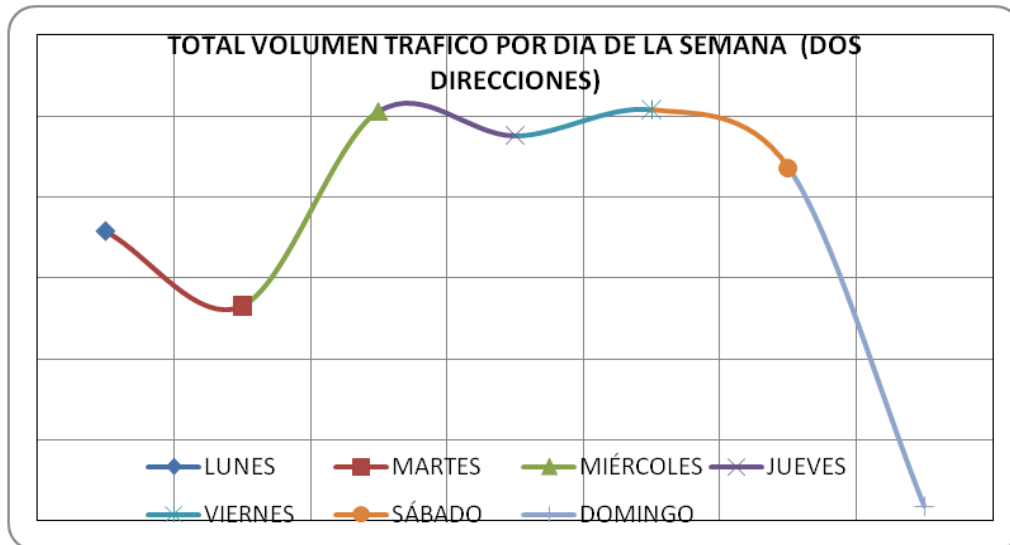
Distribución y composición del tráfico en la zona del proyecto.

La información de campo, se consolidó también por día de la semana, clasificado por cada tipo de vehículo, según se indica en el cuadro siguiente; y, se determinó la composición de tráfico en la zona del proyecto, según se indica a continuación:

RESUMEN DE TRÁFICO SEMANAL Y COMPOSICIÓN POR TIPO DE VEHÍCULO

INGRESAN Y SALEN DEL COTOPAXI

	LIVIANOS				BUSES		CAMIONES Y/O VOLQUETAS			NO MOTORIZADOS			TOTAL DÍA
DIA DE LA SEMANA	Automóvil	Camioneta	JEEP	Van	Bus 2 ejes	Bus 3 ejes	Camión 2 ejes	Camión 3 ejes	Camión 4 o más ejes	Bicicleta	Motos	OTROS	
LUNES	12	101	32	27	13	0	208	27	6	39	11	3	479
MARTES	11	105	41	13	14	0	183	17	10	8	26	5	433
MIERCOLES	18	140	56	17	32	2	182	19	9	46	26	6	553
JUEVES	12	161	45	7	33	0	208	20	8	10	26	8	538
VIERNES	22	135	98	21	28	2	156	20	5	36	21	10	554
SABADO	45	97	64	12	17	4	137	22	11	71	34	4	518
DOMINGO	38	105	64	10	10	0	29	8	3	25	14	3	309
TOTAL SEMANA POR TIPO DE VEHICULO	158	844	400	107	147	8	1103	133	52	235	158	39	3384
COMPOSICION VEHICULOS PROMEDIO DOS SENTIDOS	4,7%	24,9%	11,8%	3,2%	4,3%	0,2%	32,6%	3,9%	1,5%	6,9%	4,7%	1,2%	
	44,6%				4,6%		38,1%			12,8%			100,0%



Los resultados del procesamiento de la información de campo, indica que:

Los días miércoles, jueves, viernes y sábado, tienen un comportamiento muy similar entre ellos y registran el mayor volumen de tráfico diario.

Los días lunes y martes tienen otro comportamiento con volúmenes de tráfico medio.

El domingo se comporta en forma diferente a los otros días de la semana, con el menor volumen de tráfico.

Respecto a la composición del tráfico vehicular se tiene que:

- Los vehículos livianos predominan con el 44,6%.
- Los Camiones representan el 38,1%
- Los no motorizados (bicicletas y motos) el 12,8%
- Los buses representan el 4,6%

Debe tomarse en cuenta que los camiones circulan hasta la abscisa 3+500 en la que está la última mina de cascajo; y, que las bicicletas preferentemente transitan en sentido de descenso desde el Parque Nacional Cotopaxi.

Encuestas de origen y destino

El objetivo de las encuestas Origen y Destino de viajes, es determinar de donde vienen y a donde van los vehículos que circulan en el área del proyecto, a fin de procesar esa información y realizar la asignación de tráfico a los tramos del proyecto {(0+000 a 0+3+500); (3+500 a 29+500)}.

Se anota que en el área del proyecto no existe ninguna concentración poblacional después de los primeros 1500 m del proyecto, por lo que la movilidad en la vía se genera principalmente por el acceso y salida hacia las canteras y hacia el Parque Nacional Cotopaxi, por lo que todo el tráfico que ingresa al Parque ó a las canteras, sale el mismo día, excepto una mínima cantidad (uno o dos vehículos por día) que acampan en el Parque y salen al día siguiente, esta situación determina que las encuestas O/D se deben realizar en un solo sentido de circulación porque los vehículos que ingresan son los mismos que salen por la vía.

Se evidenció que:

- Los vehículos livianos y camiones que ingresan a la zona del proyecto, salen hacia el mismo lugar de donde iniciaron su viaje;
- Es importante conocer el tipo de carga y el volumen o peso de la misma, por lo que es necesario registrar las volquetas y camiones al momento que salen de la zona del proyecto, que es cuando llevan el producto a su destino de viaje (volquetas ingresan vacías a la vía en estudio y salen con el material pétreo).
- Los buses de turistas salen con los mismos pasajeros con los que ingresaron y por lo general realizan un circuito de turismo, por lo que la información se la puede tomar al ingreso o salida del parque Nacional Cotopaxi.

Motivo de viaje

El siguiente cuadro resume el número de vehículos que según el motivo de viaje, son usuarios del proyecto, predominando el turismo (54%) con vehículos livianos y buses, seguido de trabajo (42%) realizado fundamentalmente por los camiones.

MOTIVO DEL VIAJE TOTAL

MOTIVO DEL VIAJE	N° VIAJES	%
TURISMO	129	54,4%
TRABAJO	100	42,2%
ESTUDIOS	3	1,3%
NEGOCIO	5	2,1%
OTROS	0	0,0%
TOTAL	237	100,0%

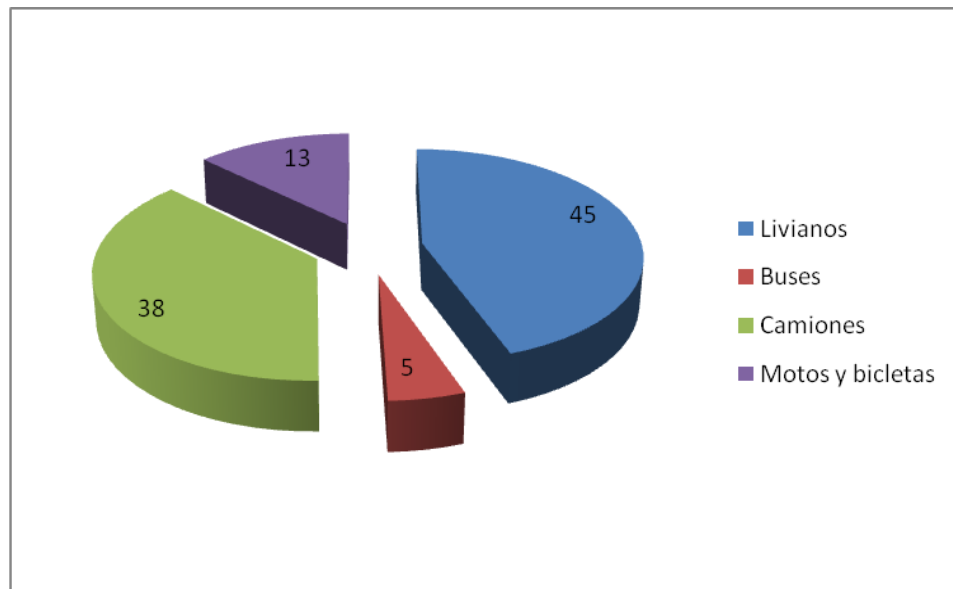
Trafico actual en cada tramo.

Con la composición del tráfico determinada en los conteos volumétricos y en la encuesta Origen/Destino, se tiene los siguientes resultados del TPDA para cada tramo homogéneo:

Tramo 1: Km. 0+000 hasta Km. 3+500 (última mina en explotación)

TRAFICO ASIGNADO AL PROYECTO (TPDA) TRAMO 1: 0+000 A 3+500

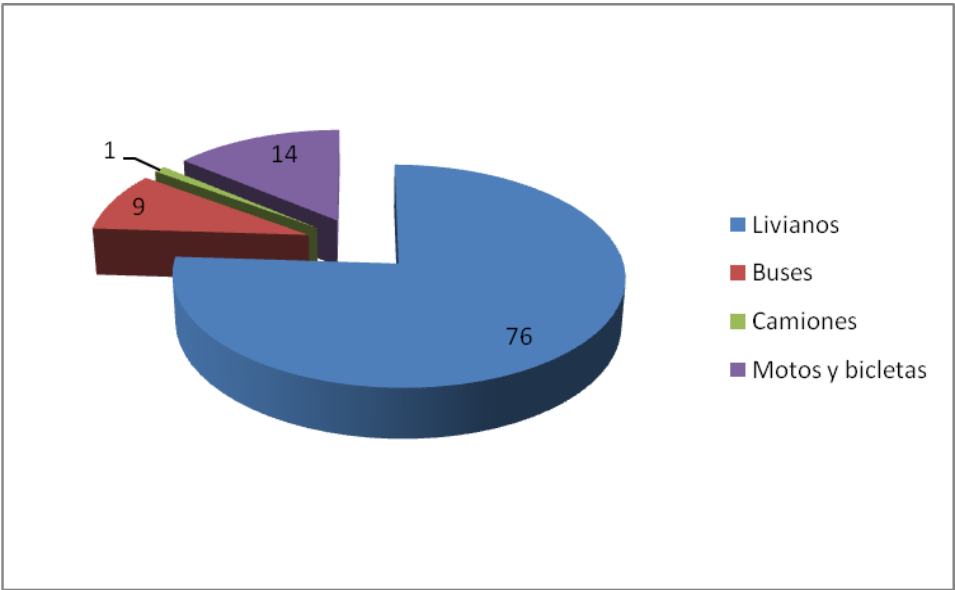
TRAFICO ASIGNADO	TPDA DOS DIRECCIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	NO MOTORIZADOS
TRAFICO ASIGNADO POR TIPO DE VEHICULO	830	371	38	316	106
COMPOSICIÓN %		45%	5%	38%	13%

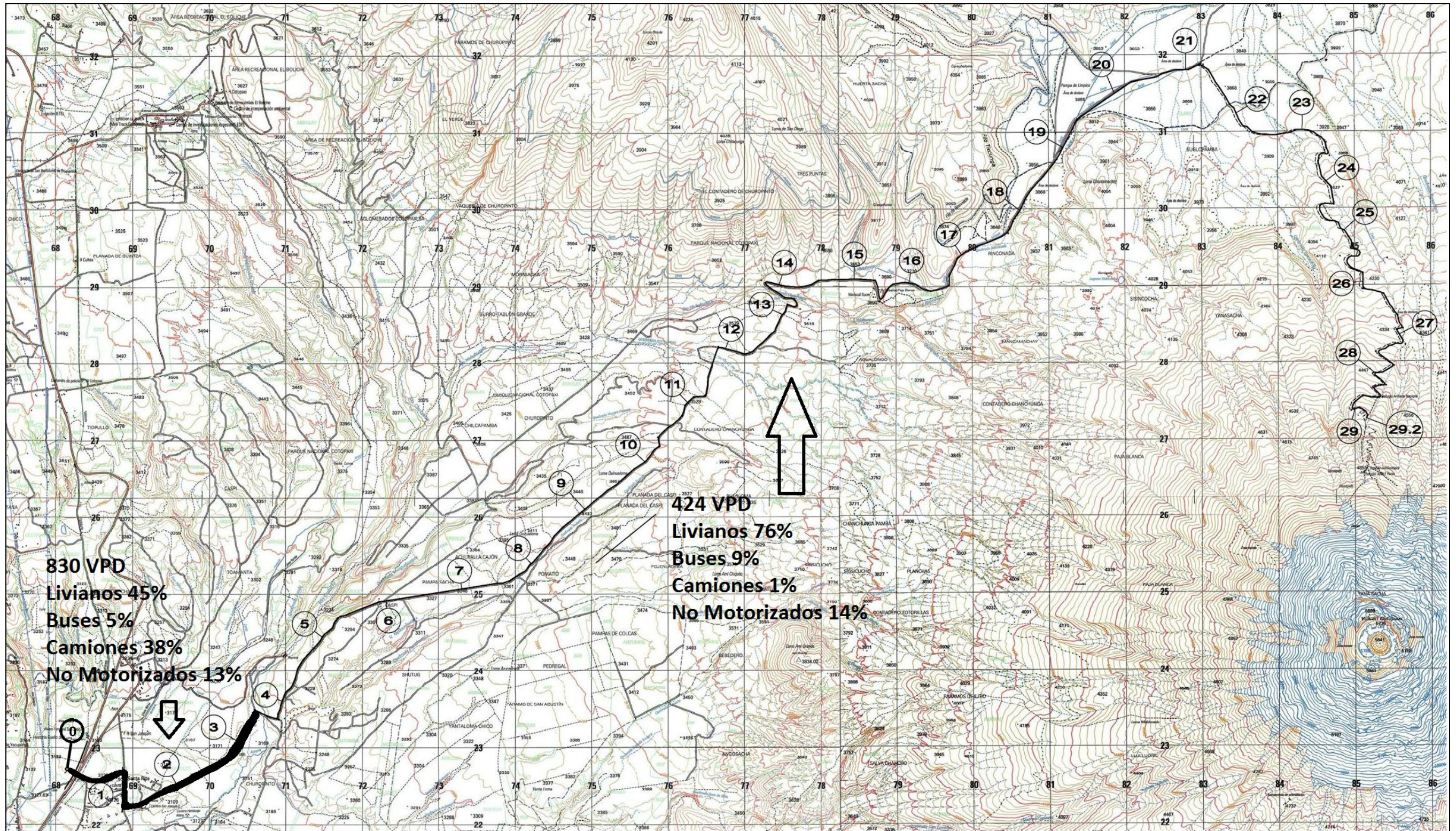


Tramo 2: Km. 3+500 (última mina en explotación) hasta Km. 29+500 (Parqueadero del Parque Nacional Cotopaxi (PNC)).

TRAFICO ASIGNADO AL PROYECTO (TPDA) TRAMO 2: 3+500 a 29+500

TRAFICO ASIGNADO	TPDA DOS DIRECCIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	NO MOTORIZADOS
TRAFICO ASIGNADO POR TIPO DE VEHICULO	424	322	38	4	60
COMPOSICIÓN %		76%	9%	1%	14%





PROYECCIÓN DE TRÁFICO

Las proyecciones de tráfico se fundamentaron en la evaluación y análisis de las estadísticas y tendencias históricas de carácter socio económicas como son la población, parque vehicular, Producto Interno Bruto (PIB) nacional, ingreso de turistas al Ecuador.

Es importante indicar que la tendencia de crecimiento de los diferentes tipos de vehículos, está relacionada directamente con las variables analizadas tal como se resumen en el siguiente cuadro.

TENDENCIAS DE CRECIMIENTO DETERMINADAS PARA CADA TIPO DE VEHÍCULO

TIPO DE VEHICULO	VARIABLE	CURVA DE REGRESIÓN	ECUACIÓN	CORRELACIÓN
Livianos y no motorizados	Población	Lineal	$y = 2E+06 \ x + 7E+06$	$R^2 = 0,998$
Bus	Turismo	Exponencial	$y = 988956 e^{0,0755x}$	$R^2 = 0,9936$
Camión	Parque automotor	Logarítmica	$y = 144134 \ln(x) + 707556$	$R^2 = 0,8921$

Tasas de crecimiento

Con la determinación de las curvas de regresión se realizó la proyección y cálculo de las tasas de crecimiento para los diferentes tipos de vehículos y un período de 20 años, mismas que se presentan en el siguiente cuadro.

TASAS DE CRECIMIENTO SEGÚN TIPO DE VEHICULO

PERIODO	LIVIANO	BUS	CAMION	NO MOTORIZADOS
2011 – 2015	1,82	6,23	1,01	1,82
2016 – 2020	1,82	6,23	0,66	1,82
2021 – 2025	1,82	6,23	0,48	1,82
2026 - 2030	1,82	6,23	0,38	1,82

La tasa de crecimiento de buses es elevada, y está acorde con la política de fomentar el turismo nacional y extranjero al Ecuador, en el que uno de los lugares de gran potencial es el Parque Nacional Cotopaxi.

Proyección del TPDA

Con el Tráfico Promedio Diario Anual Asignado al proyecto en el año base (2011) se realizó la proyección para los próximos 20 años, mediante la aplicación de las tasas de crecimiento, obteniéndose los siguientes resultados para cada uno de tramos:

PROYECCIONES DE TRÁFICO A 20 AÑOS

TRAMO HOMOGÉNEO 1 (0+000 A 3+500)

	TPDA DOS DIRECCIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	NO MOTORIZADOS
COMPOSICIÓN		45%	5%	38%	13%
2011	830	370	38	316	106
2012	844	377	40	319	108
2013	858	384	42	322	110
2014	873	391	45	325	112
2015	888	398	48	328	114
2016	902	405	51	330	116
2017	916	412	54	332	118
2018	930	419	57	334	120
2019	946	427	61	336	122
2020	962	435	65	338	124
2021	978	443	69	340	126
2022	994	451	73	342	128
2023	1011	459	78	344	130
2024	1028	467	83	346	132
2025	1045	475	88	348	134
2026	1062	484	93	349	136
2027	1080	493	99	350	138
2028	1099	502	105	351	141
2029	1119	511	112	352	144
2030	1139	520	119	353	147

PROYECCIONES DE TRÁFICO A 20 AÑOS

TRAMO HOMOGÉNEO 2(3+500 A 29+500)

AÑOS	TPDA DOS DIRECCIONES	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	NO MOTORIZADOS
------	----------------------	----------	-------	----------	----------------

COMPOSICION		76%	9%	1%	14%
-------------	--	-----	----	----	-----

2011	424	322	38	4	60
2012	433	328	40	4	61
2013	442	334	42	4	62
2014	452	340	45	4	63
2015	462	346	48	4	64
2016	472	352	51	4	65
2017	482	358	54	4	66
2018	493	365	57	4	67
2019	505	372	61	4	68
2020	517	379	65	4	69
2021	529	386	69	4	70
2022	541	393	73	4	71
2023	554	400	78	4	72
2024	567	407	83	4	73
2025	580	414	88	4	74
2026	594	422	93	4	75
2027	609	430	99	4	76
2028	624	438	105	4	77
2029	640	446	112	4	78
2030	656	454	119	4	79

